Lane Medical Library

Ueber Zerreissung und Abreissung des inneren Seitenbandes des Kniegelenkes.

Inaugural-Dissertation

verfasst und der

hohen medicinischen Facultät

der

Königl. Julius-Maximilians-Universität Würzburg

zur

Erlangung der Doctorwürde

in der

Medicin, Chirurgie und Geburtshilfe

vorgelegt von

Carl Salzer

aus Hanau.

Aschaffenburg

Buchdruckerei Schippner We. & Cie.

1887.

Referent: Herr Hofrath Professor Dr. Schoenborn.

Seinen

Theuren Eltern

in

Liebe und Dankbarkeit

gewidmet

vom Verfasser.

Theuren Eltern

Liebe und Dankbarkeit

vom Verfasser

Die anatomische Grundlage eines Genu valgum ist gegeben in Affectionen an Knochen, Muskeln oder Bändern, welche dem Mechanismus des Kniegelenkes dienen; meist ist nur eines dieser Organe betroffen, doch können auch secundär Veränderungen an einem der beiden anderen Organe hinzutreten.

Während man vor etwa 25 Jahren von der Aetiologie des Genu valgum kaum mehr wusste, als die Ursachen, denen man die Entstehung des Genu valgum staticum zuschrieb, hat sich bis jetzt die Zahl der ursächlichen Momente zu einer beträchtlichen Höhe aufgeschwungen.

Behufs einer bequemen, kurzen Uebersicht sei es mir gestattet, die Aetiologie des Genu valgum von drei Gesichtspunkten aus zu betrachten; es sind

1) Mechanische Momente,

2) Locale und allgemeine Krankheitsprocesse,

3) Verletzungen verschiedener Art,

welche ein Genu valgum bedingen.

Zur **ersten Gruppe** gehört die wohl am häufigsten vorkommende als Genu valgum staticum s. adolescentium bezeichnete Form.

Hüter (14 a, b, c II S. 259) hatte folgende Ansicht über ihr Zustandekommen:

Bei jungen Leuten, die im Alter zwischen 14 und 20 Jahren während der noch fortschreitenden Entwicklung des Kniegelenkes gezwungen sind, viel zu gehen, zu stehen oder noch dazu schwere Lasten zu tragen, findet die Feststellung des Kniegelenkes, da die Wirkung der Muskulatur infolge von Uebermüdung ausgeschaltet ist, durch den Band- und

Knochenapparat statt, und die Folge ist eine abnorme Belastung der sonst gesunden Gelenkflächen. *Hüter* fand nun die dadurch bedingte pathologische Veränderung im Gelenke:

1) Die an der untern Gelenkfläche des Condylus externus femoris befindliche, als Hemmungsfacette bezeichnete seichte Grube werde durch festes Hineinpressen des vorderen Randes der äusseren Bandscheibe vertieft.
2) Andrerseits bleibe infolge der abnormen Belastung der vordere Theil der äusseren Tibiagelenkfläche im Höhenwachsthum zurück, während der entsprechende vordere Rand der inneren Tibiagelenkfläche durch ein hier relativ bedeutendes Höhenwachsthum der Tibia höher zu stehen kommt.

Aus diesem anatomischen Befund erklärt *Hüter* die Abductionsstellung, die Rotation nach aussen und die Hyperextension; das Verschwinden der Difformität in der Beugung erklärt er dadurch, dass nur am Schlusse der Streckung Knochenabschnitte von ungleicher Höhenentwicklung in Contact kommen, dass aber in jeder gebeugten Stellung normale Abschnitte der Gelenkkörper und Gelenkflächen aufeinander liegen.

Mikulicz (24) fand ganz andere anatomische Verhältnisse; er stellte fest, dass die Verkrümmung in den Diaphysenenden sowohl im untern Theile des Femur wie im obern Gebiete der Tibia sich finde; an der Verkrümmung tragen die Condylen keine Schuld, weil die Epiphysenlinie des Femur wie der Tibia der Kniebasis parallel oder nahezu parallel stünde; die Epiphyse sei aber an die Diaphyse schief angesetzt, indem an der medialen Seite der Epiphysenknorpel um das zwei- bis dreifache verdickt war und zu stärkerem Knochenansatz an der Diaphyse Veranlassung gegeben hatte, als an der lateralen Seite. Im Gelenk selbst konnte *Mikulicz* keine der von *Hüter* angegebenen Veränderungen nachweisen, dagegen fand er Hypertrophie der Gelenkknorpel an der lateralen mehr belasteten, Atrophie an der inneren unbelasteten Seite.

Diese anatomischen Veränderungen wollte *Mikulicz* als rachitische Erscheinungen im Jünglings-Alter angesehen wissen; dass unpassende statische Verhältnisse begünstigend wirken, gibt er gerne zu, letztere allein ohne Rachitis nimmt er nicht als ursächliches Moment an.

Mikulicz erkennt nur die Abductionsstellung und das Verschwinden der Difformität in der Beugung als wesentliche Symptome an, Hyperextension sowie Rotation des Unterschenkels nach aussen seien inconstante Symptome.

Busch (9) schliesst sich *Mikulicz* vollkommen an.

Nach *Macewen* (22) entsteht das Genu valgum Halberwachsener durch Rachitis und die Körperschwere; nach seinen Messungen kann anatomisch das Genu valgum sehr verschiedene Ursachen haben: Einwärtsbiegung des unteren Femurdrittels; abnorme Verlängerung des Condylus internus femoris; Auflagerungen von Knochensubstanz an der inneren Tibiadiaphyse, wodurch die Epiphyse schräg gegen den Schaft gestellt wird; gewöhnlich liegt mehr als ein Factor der Anomalie zu Grunde.

Lossen (20 a S. 295) verlangt als unmittelbare Ursache eine abnorme Belastung des Kniegelenkes; als Vorbedingung aber eine abgelaufene infantile Rachitis, die mit einer leichten Verkrümmung des Femur und der Tibia im Sinne des Genu valgum ausgeheilt ist.

J. Wolff (41 a) streicht aus der Aetiologie des Genu valgum staticum die Rachitis als nothwendige Ursache, dass, wenn sie vorhanden, prädisponirend wirke, gibt er zu, nimmt im Uebrigen als die einzige nie fehlende Ursache die abnorme Belastung an; in dieser Anschauung musste er gemäss dem von ihm aufgestellten Transformationsgesetz (41 b) darauf geführt werden, dass sich nicht blos die von *Mikulicz* an den Diaphysenenden des Femur und der Tibia beschriebenen anatomischen Befunde, sondern Veränderungen an der ganzen Tibia, am ganzen Femur aufweisen lassen; er fand denn auch eine mehr oder weniger hochgradige Transformation des gesammten Trajectoriensystems, ferner eine Verdick-

ung der spongiösen und kompakten Substanz an der mehr belasteten lateralen Seite gegenüber einer Verdünnung derselben an der weniger belasteten medialen Seite, ferner excentrische Lage der Markhöhle.

Aehnlich der das Genu valgum adolescentium hervorrufenden abnormen Belastung wird ein von *Lücke* (21a) angegebenes Moment zur Ursache eines Genu valgum bei grazilen und rachitischen Kindern, nämlich der ungeeignete Gebrauch von Strumpfhaltern, welche an der Aussenseite des Strumpfes angenäht nach oben über die äussere Seite des Oberschenkels laufen und dann am Corset festgeknüpft sind, da durch die starke Spannung dieser Strumpfhalter in der Streckung eine Rotation des Unterschenkels nach aussen mit Abduction intendirt wird.

Auf mechanischen Ursachen beruhte auch der von *Küstner* (18) beschriebene Fall von congenitalem Genu valgum, welches bedingt wurde durch eine ungünstige Stellung des linken Beines im Uterus; dasselbe lag im Knie hyperextendirt an der linken Rumpfseite des Kindes entlang, der Fuss in der Achselhöhle. *Küstner* gab folgende Erklärung: In dieser Lage erlitt der äussere Condylus wegen der die Streckstellung begleitenden Aussenrotation der Tibia einen stärkeren Druck als der innere Condylus; der letztere konnte daher wachsen, ersterer wurde in seinem Wachsthum gehemmt; wie man denn in der That bei der Section den Condylus externus femoris erheblich niedriger fand als am normalen Schenkel.

Die Formen von Genu valgum, die ich in eine **zweite Gruppe** einreihen will, haben als Ursache locale und allgemeine Krankheitsprocesse; doch ist die Mitwirkung mechanischer Momente nicht ausgeschlossen, bei den drei zunächst zu erwähnenden Formen findet dieselbe immer statt:

Beim Genu valgum rachiticum; dasselbe entsteht nach *Hüter* (obige Citate) im Gegensatz zum Gen. valg. stat., welches durch abnorme Belastung gesunder Gelenkflächen

zu Stande kommt, »durch normale Belastung der krankhaft erweichten Gelenkflächen zwischen dem 2. und 6. Jahre« (14c II S. 263). Entgegen *Hüter*, der also den Sitz der Verkrümmung ins Gelenk verlegt, sagt *Mikulicz* (24 S. 673), dass alle Ansichten darin übereinstimmen, dass die Verkrümmung in den dem Kniegelenke benachbarten Diaphysenenden liege und dass Oberschenkel wie Unterschenkel betheiligt sind. Dazu kommt, wie *Mikulicz* (24 S. 674) ausdrücklich hervorhebt, eine fast constant auftretende Schlaffheit sämmtlicher Bänder, durch welche im Kniegelenk die Difformität vergrössert wird und auch die zu den constanten Symptomen des Gen. valg. rachit. gehörende Hyperextension und abnorme Schlussrotation sich erklären lassen.

In derselben Weise wie Rachitis kann auch die Osteomalacie, die alle möglichen Deformitäten an Knochen mit sich bringt, ein Genu valg. hervorrufen, ebenfalls durch normale Belastung abnorm erweichter Knochen.

Zuweilen sieht man im Gefolge der essentiellen Kinderlähmung Genu valgum auftreten; die Erklärung der Entstehungsweise ist wie bei andern nach infantiler Paralyse sich einstellenden Deformitäten noch eine streitige.

Früher galt allgemein die von manchen Autoren auch jetzt noch als allein richtige angesehene sog. antagonistische Theorie, welche die Contraction der gegenüber den gelähmten Muskeln erhaltenen Antagonisten beschuldigt, mechanischen Einflüssen secundäre Bedeutung beilegt.

Dieser Ansicht entgegen steht die mechanische Theorie, hauptsächlich vertreten von *Volkmann* (36b) und *Hüter* (14c I S. 273 u. 274), welche die einfachen Verhältnisse der Schwere und der Belastung des gelähmten Gliedes als massgebend ansehen; secundär trete allerdings eine Annäheruung der Insertionen gelähmter Muskeln ein, die aber nicht auf Contraction, sondern auf nutritiver Verkürzung beruht.

Nach der ersten Theorie dürften alle die Bewegungen im Kniegelenk ausführenden Muskeln gelähmt sein mit Ausnahme des Ms. biceps, der seiner eigenen Contraction

überlassen, Abduction und Rotation des Unterschenkels nach aussen in der Strekung anstrebt.

Die mechanische Theorie erklärt ([36a] S. 736) die Entstehung des Genu valgum paralyticum ähnlich der des Genu valgum staticum: Während bei letzterem durch Uebermüdung, wird bei ersterem durch Lähmung die Muskulatur in ihrer Wirkung ausgeschlossen, und die Feststellung des Gelenkes geschieht allein durch Bänder und Knochen. Bei dieser Art des Gebrauches kommt es zu ungleichmässiger Belastung der Gelenkflächen.

Intraarticuläre Entzündungen können ein Genu valgum verursachen.

Eine chronische Synovitis kann eine Dehnung des inneren Seitenbandes zur Folge haben, dass der Unterschenkel sich leicht in eine Abductionsstellung bringen lässt; einen derartigen Fall von chronischer Synovitis mit Reiskörperchenbildung beschreibt *Ranke* ([30]).

Die destruirenden Processe einer tuberculösen Kniegelenksentzündung sind im Stande, den Condylus externus femoris et tibiæ soweit zum Schwunde zu bringen, um die Bildung eines Genu valgum inflammatorium zu bewirken. Allerdings wird die Entstehung der Difformität unterstützt durch eine schon vorher aufgetretene abnorme Aussenrotation sowie durch eine mit ihr verbundene abnorme Belastung.

Ferner kann eine Arthritis deformans im Kniegelenk mit stärkeren Wucherungserscheinungen an der medialen als an der lateralen Seite ein hochgradiges Genu valgum hervorbringen, wie *Volkmann* ([36c]) einen Fall beschreibt. Die Arthritis deformans entsteht meist auf Grund von Traumen des Kniegelenks.

Auch bei Tabes dorsalis kann ein Genu valgum auftreten infolge von Veränderungen im Kniegelenk, welche einige Schriftsteller, so *Leonard Weber* ([39]) und *Ord* ([26]) für ähnlich, ja sogar für gleich den bei Arthritis deformans gefundenen Affectionen erklären mit der Begründung, dass

die Ursache der nach Traumen auftretenden Arthritis deformans auch im Rückenmark zu suchen sei, indem eine von dem Trauma verursachte reflectorische Reizung desselben die Gelenkaffektion erzeuge.

Man kann sich leicht vorstellen, wie im Gelenk sitzende Geschwülste aller Art ein Genu valgum bedingen können.

Eine während der Wachsthumsperiode den obersten Theil der Tibia oder das untere Ende des Femur treffende Osteomyelitis, sowie eine in ihrem Gefolge auftretende Necrose kann den Epiphysenknorpel an seiner äusseren Hälfte schädigen oder zerstören, so dass das Knochenwachsthum nur an der inneren Seite ungestört fortdauert; die unausbleibliche Folge ist ein Genu valgum. Einen derartigen Fall theilt *Ollier* (25a) mit.

In dritter Reihe können Verletzungen verschiedener Art zur Ursache eines Genu valgum werden.

Ein solches Genu valgum traumaticum kann von Verletzungen ausserhalb des Gelenkes hervorgerufen sein, so durch eine traumatische Epiphysentrennung an Femur oder Tibia, entweder infolge der an der medialen Seite zwischen Epiphyse und Diaphyse sofort entstehenden Diastase, wie *Bauer* (3) einen Fall beschreibt, oder auch als Folgezustand — dann aber nur in der Wachsthumsperiode — nach Ausheilung dieser Epiphysentrennung, wenn durch den Bruch die äussere Hälfte des Intermediärknorpels zerstört wurde und fortan nur an die mediale Hälfte der Diaphyse Knochensubstanz angesetzt wird.

Ferner können nicht oder nicht richtig reponirte Fracturen der dem Kniegelenk benachbarten Enden der Tibia oder des Femur mit Bildung einer Genu-valgum-Stellung zur Heilung gelangen.

Aber auch das Gelenk selbst treffende Verletzungen können die Difformität verursachen.

So pflegt ein Genu valgum bei Luxationen der Patella nach aussen, seien sie congenitale, pathologische

oder nicht eingerichtete traumatische, als Folge des schiefen Zuges der Quadriceps-Sehne sich einzustellen ([17b] S. 426).

Braun ([6]) beschreibt einen Fall von unvollständiger Verrenkung des Unterschenkels nach aussen, welche sofort zu einer hochgradigen Genu-valgum-Stellung führte.

Wie *Volkmann* ([36a] S. 716) erwähnt, kann durch Luxation der Semilunarknorpel auch ein Genu valgum herbeigeführt werden, wie ich glaube, aber nur ein sehr geringgradiges.

Nach Fracturen des einen oder andern Condylus femoris kann ein Genu valgum auftreten; so sah *Lücke* ([21b]) nach einer Fractura condyli interni femoris, die mit Dislokation des Condylus nach unten und übermässiger Callusbildung heilte, ein Genu valgum auftreten.

Ebenso wohl kann eine Fractura condyli externi femoris mit Dislokation des Condylus nach oben ein Genu valgum zu Stande bringen.

Auch eine Fractur des äusseren Tibiacondylus kann die Difformität bewirken. Eine Beobachtung dieser Art hat neuerdings *Wagner* ([37]) veröffentlicht und beschrieb den Fall als Compressionsfractur des Condylus externus tibiæ (l. c. S. 334 Fall 3).

Endlich von Verletzungen des Bandapparates kommt das **innere Seitenband** des Kniegelenkes in Betracht, durch **dessen Zerreissung oder Abreissung von Femur oder Tibia** ein Genu valgum entsteht.

Diese Verletzung scheint ziemlich selten zu sein; in der Literatur wenigstens finden sich nur spärliche Angaben und sind bisher nur einige wenige Fälle veröffentlicht worden; ich freue mich daher, auf diesem Gebiete einen Beitrag liefern zu dürfen und will dieser Verletzung eine möglichst genaue Betrachtung widmen im Anschluss an die in der Literatur beschriebenen Fälle und mit besonderer Benutzung zweier im hiesigen königlichen Juliusspitale zur Beobachtung gekommener Fälle, von denen der eine die frische Verletzung selbst illustrirt, der andere ein Bild des Verlaufes und der Folgen entwirft.

Mit Freuden ergreife ich die Gelegenheit, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor *Dr. Riedinger*, für die Anregung zur Bearbeitung dieses Themas und für die Ueberweisung des einen Falles meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen.

Die Krankengeschichte des gleich nach der Verletzung beobachteten Falles hatte Herr *Dr. Middeldorpf* die Freundlichkeit, mir zu übermitteln; ihm statte ich hiefür meinen besten Dank ab.

Die Fälle, welche ich in der Literatur auffinden konnte, will ich der Uebersichtlichkeit halber hier zusammenstellen; sie sind folgende:

1) *Doumairon et Chévier (E. Boeckel)*: De l'entorse du genou avec diastasis des Condyles internes du tibia et du femur et de son traitement par la flexion à angle droit. L'Union med. No. 30; nach *Virchow-Hirsch's* Jahresbericht 1869 Bd. II S. 370:

»In der Boeckel'schen Klinik kamen rasch hintereinander zwei Fälle von Verletzungen des Kniegelenkes vor, die durch Einwirkung einer bedeutenden Gewalt auf die äussere Seite des Kniegelenkes entstanden, sich im Groben durch die gleichen klinischen Symptome charakterisirten, nämlich durch eine Valgusstellung des Kniegelenkes. Doch lag beide Male eine sehr verschiedene Verletzung zu Grunde, nämlich einmal Zerreissung des Ligamentum laterale internum genu, das zweite Mal eine Fraktur des Condylus externus tibiae.

Der erste Fall ist wegen der angewandten Therapie, Behandlung in rechtwinkliger Flexion, von Interesse. Dem 70jährigen Kranken war eine schwere Last gegen die äussere Seite des Kniegelenks gefallen; man fand einen starken Erguss im Kniegelenk und eine Fraktur des Capitulum fibulae; nach acht Tagen wird wegen fortwährend heftiger Schmerzen an der internen Seite des Knies eine neue Untersuchung vorgenommen, bei welcher eine Valgusstellung des Knies und eine Abreissung des Ligamentum laterale internum von seiner Insertion an der Tibia konstatirt wird. Klaffen der Gelenkspalte bei Abductionsbewegungen.

Da Boeckel in einem ähnlichen, zwei Jahre zuvor beobachteten Falle wo der Kranke in extendirter Lage behandelt worden war, eine Abductionsstellung des Kniegelenks hatte zurückbleiben sehen, so legte er diesmal einen Kleisterverband in rechtwinkliger Flexion an und konnte er den Kranken nach 52 Tagen vollkommen geheilt entlassen, nur war anfangs die volle Extension behindert.«

(Leider ist es mir trotz vieler Bemühungen nicht gelungen, die Beschreib-

ung dieses und des folgenden Falles im Original zu erhalten; daher gebe ich dieselbe wieder nach den Referaten in Virchow-Hirsch's Jahresbericht.

2) *Ertl:* Zerreissung des linken Ligamentum laterale internum. Sitzungsbericht des Vereins der Aerzte in Steiermark 1869—1870; nach *Virchow-Hirsch's* Jahresbericht 1870 Bd. II. S. 590:

»Der 24jährige, mässig genährte, etwas kleine Mann war beim Graben eines Kellers von herabstürzender Erdmasse getroffen worden, dass er nach vorn zu Boden stürzte und bis an den Kopf verschüttet wurde. Er erlitt eine Fraktur beider Unterschenkel und eine starke Contusion des linken Kniegelenkes, das bis zu Kindskopfgrösse angeschwollen war. Behandlung: Eis und später Wasserglasverband. Heilung der Frakturen in sechs Wochen; das Kniegelenk jedoch war nach Ablauf dieser Zeit noch geschwollen und zeigte bei einem Gehversuch eine so starke Neigung nach innen zu biegen und war derartig schmerzhaft, dass von neuem ein fester Verband angelegt wurde, der bei vollkommener Ruhe des Patienten abermals drei Wochen liegen blieb. Nach Abnahme desselben zeigte sich das Kniegelenk vollkommen abgeschwollen, bog sich jedoch beim Versuch zu gehen unter heftigen Schmerzen ebenso nach einwärts wie vor drei Wochen. Nunmehr nach Abnahme des Verbandes konstatirte man zwischen Condylus tibiae und Femur an der inneren Seite eine Rinne, welche sich vergrösserte, sobald man, was leicht gelang, den Unterschenkel zu abduciren suchte oder ihn um seine Achse drehte. Es bestand somit kein Zweifel über die Zerreissung des Ligamentum laterale internum. *Ertl* gab dem Kranken einen Stützapparat, bestehend aus zwei eisernen Schienen, die eine an der inneren, die andere an der äusseren Seite, die bis zum obern Drittel des Ober- und bis zum untern Drittel des Unterschenkels reichten, durch vier eiserne Halbringe an der hintern Seite verbunden waren und am Knie ein Charniergelenk hatten. Am Becken war der Apparat mit einem weichen Riemen befestigt und mit vier gepolsterten Riemen wurde er an die Extremität fest angestellt. Patient geht damit ohne Beschwerden und ohne Beihilfe eines Stockes.«

3) *Carl Seydel:* XII Fälle von Genu valgum. D. J. München 1879. S. 9. 1. Fall:

»Jakob Gassner, 22 Jahre alt, Gütlerssohn von Oberaichach, hob im Juni 1876 einen schweren Korb voll Dünger; sein rechtes Knie krachte und hatte sofort die Stellung eines Genu valgum. Nachdem er drei Tage unter den grössten Schmerzen zugebracht, begann er wieder zu arbeiten und machte dadurch das Genu valgum immer ärger. Es handelt sich hier um ein Genu valgum traumaticum, das ligament. lateral. intern. war offenbar gerissen. Am 21. Mai 1877 kam er in das Privatspital des Herrn Prof. von Nussbaum. Der Unterschenkel stand zur Längsachse des Oberschenkels in einem Winkel von 40°. Die Difformität verschwand in gebeugter Stellung vollkommen.

Elastische Gewichtsextension war erfolglos und äusserst schmerzhaft. Am 26. Mai 1877 wurde unter strengster Beobachtung der Lister'schen Cautelen die Operation nach Ogston vorgenommen. Nach dreimaligem Verbandwechsel, wobei die Wunde stets ohne jede entzündliche Reaction befunden wurde und sich nie ein Tropfen Eiter zeigte, wurde zugleich mit leisen passiven Bewegungen begonnen. Am 17. Juni wurde Gassner mit geradem Fuss und vollkommener Bewegungsfähigkeit entlassen.«

Hieran schliessen sich die beiden hiesigen Fälle:

4) Der frische Fall:

»Loeser Nikolaus, von Erthenfeld, 39 Jahre alt, Steinhauer, aufgenommen am 25. Oktober 1886.

Diagnose: Abreissung des Lig. later. int. art. genu resp. Hæmarthros genu.

Patient stand 4 m über dem Erdboden auf einer Leiter und wollte aus einer Felswand einen grösseren Stein losarbeiten, welcher dabei herunter fiel und gegen den Fuss der Leiter schlug. Dieselbe kippte um und traf den Patienten mit dem obern Ende an den rechten Supraorbitalrand nahe an der Nasenwurzel. Patient sprang herunter und kam auf die Füsse zu stehen, fühlte einen heftigen Schmerz im rechten Kniegelenk und fiel zu Boden; er war sofort unvermögend, auf dem rechten Bein zu stehen und wurde alsbald ins Spital verbracht.

Status praesens: Ziemlich grosser, muskelkräftiger Mann von blasser Hautfarbe, anämischen Schleimhäuten, hektischem Aussehen des Gesichtes. Keine Shokerscheinungen vorhanden, jedoch Puls auffallend verlangsamt: 54 Schläge in der Minute, dabei voll. Patient gibt an, schon längere Zeit an Husten zu leiden und expectorirt ein leicht schaumiges, mit hellrothem Blut gemischtes Sputum.

Die Untersuchung des Thorax ergibt das Fehlen eines Rippenbruches; dagegen findet sich eine Infiltration der linken Lungenspitze (Dämpfung, Rasselgeräusche, verlängerte Exspiration). Am rechten Supraorbitalrande eine Sugillation, keine Depression des Schädels nachweisbar. Patient zeigt auch nicht die Erscheinung einer Commotio cerebri (abgesehen von dem verlangsamten Pulse). Sensorium frei, kein Erbrechen, keine Lähmungen.

Die Untersuchung des rechten Kniegelenkes ergibt eine hochgradige Anschwellung desselben, an welcher besonders auch der obere Recessus theil nimmt. Die Patella durch einen starken Bluterguss vom Knochen abgedrängt, tanzt deutlich; es ist möglich, die Tibia ca. 1 cm seitwärts nach aussen zu verschieben und fühlt man dabei deutlich den lateralen Rand der Gelenkfläche. Die Patella selbst zeigt keine Verletzung oder Abreissung ihres Bandapparates. Der Unterschenkel befindet sich in leichter Valgusstellung zum Oberschenkel, die früher nicht bestanden haben soll, auch am linken Bein nicht vorhanden

ist. Aktive Bewegung (Beugung) des Kniegelenkes nur mit grosser Schmerzhaftigkeit, nur in ganz geringem Masse möglich, passive ohne Crepitation.

Femur und Tibia zeigen keine Continuitätstrennungen, dagegen lässt sich die Tibia im Kniegelenk mit Leichtigkeit aus ihrer normalen Stellung abduciren, so dass der Fuss dabei um ca. 8—10 cm aus der Mittelstellung nach aussen geführt werden kann; eine Rotation der Tibia besteht nicht. Man fühlt bei diesen Bewegungen deutlich einen kleinen Spalt an der inneren Gelenklinie des Kniegelenkes. Diese Stelle ist auf Druck auch am meisten schmerzhaft.

Therapie: Lagerung auf Halbkanal, Fixation und Compression mit Flanellbinden, Eisblase, Hochlagerung.

Im Laufe des Nachmittags bekommt Patient eine ziemlich starke Hämoptoë. Die Menge des entleerten Blutes beträgt ca. 200—250 gr.

Ordination: Inf. Sec. corn. 7,5:100. Eisblase, Morphiuminjektion. Puls ziemlich kräftig, noch immer verlangsamt; 64 Schläge.

26. Okt. Hämoptoë hat sich nicht wiederholt, Allgemeinbefinden gut.

29. Okt. Die Eisblase wird weggelassen und dem Patienten ein Gypsverband von der Mitte des Oberschenkels bis über das Fussgelenk in möglichster Varusstellung des Kniegelenkes angelegt. Eine Untersuchung des Gelenkes zeigte immer noch einen ziemlich starken Erguss, jedoch kein Schneeballenknirschen; ausserdem waren an der medialen Seite des Kniegelenkes und der von den Muskeln unbedeckten Tibiafläche bis zur Mitte derselben herab starke Sugillationen aufgetreten.

Die Wadenmuskulatur fühlt sich weich an.

Allgemeinbefinden gut. Der Puls hat sich wiederum gehoben, ist immer noch etwas verlangsamt, die Schmerzhaftigkeit bei Varusstellung sehr gering.

12. Nov. Der Gypsverband abgenommen.

14. Nov. Anlegen eines neuen Gypsverbandes.

28. Nov. Der Gypsverband wird abgenommen, ein neuer angelegt.

10. Dez. Der Gypsverband abgenommen, ein Wasserglasverband angelegt.

22. Dez. Der Wasserglasverband wird abgenommen, Gypsverband angelegt.

3. Jan. 1887. Gypsverband abgenommen.

6. Jan. Patient mit Wasserglasverband entlassen.

Patient trug fortab eine Kniekappe und wurde noch weiter in der chirurgischen Poliklinik behandelt, in welcher ich denselben Ende Februar ds. Js. zu sehen Gelegenheit hatte. Der Unterschenkel liess sich gegen den Oberschenkel in der Streckung um 10^0—12^0 noch abduciren, so dass von einem gutem Resultat nicht gesprochen werden kann.

5) Der abgelaufene Fall:

Dinsenbacher Michael, von Würzburg, 64 Jahre alt, Zimmermann, 5. November 1886 eingetreten.

Patient fiel mit 12½ Jahren von einem 80 Fuss hohen Kirchthurm, schlug mit dem rechten untern Rippenrand, sowie mit dem rechten Knie auf

und kam auf die Füsse zu stehen; Bewusstlosigkeit, Unfähigkeit, das rechte Bein zu bewegen.

Wie ihm erzählt wurde, soll gleich nach der Verletzung das rechte Bein krumm, der rechte Unterschenkel nach aussen gedreht gewesen und das rechte Knie stark angeschwollen sein; auch sei damals der rechte Unterschenkel gebrochen.

Patient wurde in das königliche Juliusspital verbracht; daselbst wurde ihm, ohne dass eine Operation vorgenommen wurde, ein Gypsverband angelegt, der das ganze rechte Bein umschloss; nach ¼ Jahr sei er abgenommen und durch einen neuen ersetzt worden, jedoch habe man die Vorderfläche des Knies wegen starker Schwellung desselben freigelassen, die erst ¼ Jahr später verschwunden sei. Der zweite Verband soll ½ Jahr gelegen haben. Nach dessen Abnahme begann Patient mit Stöcken zu gehen und wurde nach einem Aufenthalt von 1 Jahr 2 Monaten aus dem Spital entlassen; nach dem Austritt dauerte es noch ½ Jahr, bis Patient den Gebrauch seines rechten Beines wieder erlangte.

Seit der Entfernung des zweiten Gypsverbandes bemerkte Patient, dass sein Bein allmählich krumm wurde und dass diese Verbiegung nach innen immer mehr zunahm. Patient gibt an, seit etwa 8 Jahren sei sein rechtes Knie stärker geworden als das linke; seit etwa 3 Jahren verspürt er bei Bewegungen im rechten Kniegelenk ein Knacken, die Bewegungen machen ihm aber keine Schmerzen; auch gibt Patient an, dass sein rechtes Bein länger sei als das linke.

Status praesens: Sehr grosser, muskulöser, aber etwas seniler Mann, der wegen einer Phlegmone seiner linken Hand im Spital behandelt wird, zeigt an der rechten untern Rippengrenze in der Mamillarlinie einige nicht mit dem Knochen in Zusammenhang stehende Narben; Rippen sonst keine Abnormitäten aufweisend.

Das rechte Bein befindet sich in starker Valgusstellung; auf der Haut der Patella und an der Innenfläche der Kniegelenksgegend einige glatte Narben. Etwas unterhalb der Mitte der rechten Tibia, 24,5 cm unterhalb des untern Randes der Patella fühlt man auf der freien vorderen Tibiafläche eine von innen oben schräg nach aussen unten verlaufende seichte Rinne.

Wenn man bei dem Patienten in horizontaler Rückenlage die beiden Spinae iliacae anter. super. in gleiche Höhe bringt, die unteren Extremitäten nebeneinanderlegt, so dass der Berührungspunkt der Kniegelenke in die Medianebene fällt, und den rechten Unterschenkel möglichst adducirt, so findet man folgende Verhältnisse:

Eine abnorme Aussenrotation des rechten Unterschenkels ist nicht vorhanden.

Der Fersenabstand beträgt 7 cm, die Malleoli interni sind 9 cm von einander entfernt. Der rechte Fersenhöcker steht 2,5 cm tiefer als der linke. Der Winkel, den die rechte Femur- und Tibia-Achse nach aussen mit einander bilden, beträgt 163°. Die Tibiaachse steht auf der Kniebasis senkrecht.

Die äussere Gelenklinie des rechten Kniees liegt mit der äussern und

inneren Gelenklinie des linken Kniees in gleicher Höhe, dagegen die innere Gelenklinie des rechten Kniees steht 2,5 cm tiefer.

Die Entfernung von der Spina iliaca ant. sup. zum Fersenhöcker beträgt rechts 107,5, links 106 cm. Die Entfernung von der Spina iliac. ant. sup. zur äusseren Gelenklinie beträgt rechts 56 cm, links 56 cm. Die Entfernung von der Spina iliac. ant. sup. zur inneren Gelenklinie misst rechts 61,5 cm, links 57 cm. Die innere Gelenklinie ist vom oberen Rand der Symphyse rechts 51,5 cm, links 48,5 cm entfernt.

Die Tibia, gemessen von der innern Gelenklinie zum untern Rand des Malleolus int., ist rechts 45,5, links 44 cm lang. Die rechte Fibula hat eine Länge von 44,5 cm, die linke von 43 cm.

Der untere Rand der rechten Patella steht 1,5 cm tiefer als der der linken; beide Patellae sind gleich hoch, die rechte ist nicht verbreitert gegenüber der linken, sie ist leichter verschieblich als die linke; übrigens zeigt die rechte Patella keine abnorme Stellung. Die Mitten beider Patellae stehen 13 cm von einander ab.

Die Breite beider obern Tibiaepiphysen ist gleich, die rechte untere Femurepiphyse ist 1 cm breiter als die linke, herrührend hauptsächlich von einer Auftreibung des Condylus int. fem., an dessen Innenseite man dicht über dem Gelenkrand deutlich kleine Erhebungen und Vertiefungen fühlt.

Der Umfang um die Kniebasislinie beträgt rechts 35 cm, links 34 cm; der grösste Umfang des Kniegelenks über die Mitte der Patella misst rechts 36,5 cm, links 35 cm.

Die Condyli interni messen:

von vorn nach hinten: rechts 7,5 cm, links 6,5 cm;
von oben nach unten: rechts 6,5 cm, links 5,5 cm.

Die Condyli externi messen:

von vorn nach hinten: rechts 6,2 cm, links 5,3 cm;
von oben nach unten: rechts 4,8 cm, links 4 cm.

(Die Messung der Condylen von oben nach unten ist nicht ganz genau, da als untere Grenze die Gelenklinie benutzt wurde, weil der tiefste Punkt der Condylen der Messung nicht zugänglich ist; doch da bei jedem Condylus in der Messung der gleiche Fehler gemacht wurde, kann derselbe für den Unterschied zwischen den Maassen der rechten und linken Condylen unberücksichtigt bleiben.)

Der rechte Unterschenkel lässt sich in der Streckung aus seiner normalen Lage, in welcher der innere Fussrand mit der durch die Ferse gehenden Sagittalebene etwa einen Winkel von 25^0 bildet, nach innen um 10^0, nach aussen um 15^0 rotiren.

Der rechte Unterschenkel lässt sich in der eingenommenen Rückenlage stark nach aussen abduciren; führt man die Abduction soweit als möglich aus, so beträgt der Fersenabstand 28 cm, der vom rechten Ober- und Unterschenkel gebildete Aussenwinkel 145^0.

Die Entfernung von der rechten Spina iliaca ant. sup. zum rechten Fersenhöcker beträgt 103 cm, der rechte Fersenhöcker steht dabei 1,5—2 cm höher als der linke.

Man sieht und fühlt deutlich die an der innern Kniegelenksseite bei der Abduction aufgetretene 1,5 cm betragende Gelenkspalte; dieselbe wird durch ein jetzt fühlbar angespanntes Band überbrückt.

Die rechte Patella erscheint jetzt etwas nach aussen dislocirt, die Quadricepssehne zeigt einen nach aussen schiefen Verlauf.

Die rechte Tibia lässt sich in der Streckung gegen das Femur etwa $^3/_4$ cm verschieben. Lässt man den Patienten mit möglichst starker Abduction des rechten Unterschenkels bei sich berührenden Kniegelenken stehen, so steht die rechte Spina il. ant. sup. etwa 4 cm tiefer als die linke; die Fersenhöcker sind 31 cm von einander entfernt, der Abductionswinkel beträgt 143^0; der rechte Unterschenkel zeigt vermehrte Rotation nach aussen. Die Entfernung von der Spina il. ant. sup. zum Fersenhöcker beträgt rechts 104 cm, links 108 cm.

Die Patella ist auf den Condylus externus luxirt, überragt denselben aber nicht, die Quadricepssehne dementsprechend nach aussen verlaufend.

Lässt man den Patienten sitzen, so dass beide Unterschenkel in rechtwinkliger Beugung zum Oberschenkel frei, ohne Anspannung irgend welcher die Bewegungen des Kniegelenks beeinflussenden Muskeln herabhängen und der Berührungspunkt beider Kniegelenke in die Medianebene fällt, so hängt der linke Unterschenkel vertikal abwärts, der rechte Unterschenkel dagegen erscheint abducirt, so dass der Fersenabstand 5 cm beträgt. Dabei bildet der innere Fussrand des rechten Beines mit der durch den Fersenhöcker gehenden Sagittalebene nach aussen einen Winkel von etwa 25^0. Der linke innere Fussrand fällt in die Sagittalebene.

Der rechte Unterschenkel lässt sich soweit nach aussen rotiren, dass der innere Fussrand mit der durch den Fersenhöcker gehenden Sagittalebene einen Winkel von 80^0 bildet; bei möglichster Rotation des rechten Unterschenkels nach innen fällt der innere Fussrand in die Sagittalebene. Bei möglichster Rotation des linken Unterschenkels nach innen bildet der innere Fussrand mit der Sagittalebene einen Winkel von 15^0, bei der Rotation nach aussen einen Winkel von 25^0.

Das rechte innere Seitenband ist bei frei herabhängendem Unterschenkel schlaff, bei der Rotation nach innen wie nach aussen ist es stark gespannt.

Schliesst man den rechten Unterschenkel an den linken an, wodurch die Difformität verschwindet, so bemerkt man, dass am Hüftgelenk eine Rotation nach aussen vor sich geht.

Wenn man in oben erwähnter horizontaler Rückenlage das rechte Bein im Kniegelenk beugt, natürlich mit gleichzeitiger Beugung im Hüftgelenk, so findet man, wenn man die Beugung bei möglichster Abduction des Unterschenkels vornimmt, dass die Difformität immer geringer wird und

bei einem Beugungswinkel zwischen Ober- und Unterschenkel von etwa 80° ganz verschwindet, indem die Achse des Ober- und Unterschenkels in derselben Sagittalebene dann liegen. Fixirt man bei fortgesetzter Beugung im Kniegelenk den Oberschenkel, so strebt der rechte Fersenhöcker nach der linken Seite und überschreitet bei möglichst spitzwinkliger Beugung gerade die Medianebene.

Abducirt man bei Ausführung der Beugung den rechten Unterschenkel möglichst stark, so verschwindet bei einem zwischen Ober- und Unterschenkel gebildeten Beugungswinkel von etwa 65° die Difformität; wird die Beugung bei fixirtem Oberschenkel fortgesetzt, so strebt der rechte Fersenhöcker nach der andern Seite, erreicht aber nicht die Medianebene.

Bei rechtwinkliger Beugung bedeckt die rechte Patella den äussern Condylus femoris, bei spitzwinkliger Beugung ist sie noch etwas mehr nach aussen dislocirt; dabei tritt der innere Femurcondylus sehr bedeutend hervor.

Stellt man die Füsse bei der Beugung auf eine horizontale Unterlage, die Unterschenkel genau dicht nebeneinander, so sieht man deutlich, dass der rechte obere Tibiagelenkrand 1,5 cm höher steht, als der linke.

Bei sämmtlichen Bewegungen im rechten Kniegelenk fühlt man deutlich Knorpelreiben; freie Körper sind in demselben nicht nachzuweisen.

Der stärkste Umfang um den Oberschenkel im obern Drittel beträgt rechts 37 cm, links 40 cm. Der rechte Musculus quadriceps fühlt sich weich, dünn und schlaff gegenüber dem linken an. Die Muskulatur an der hintern Seite des rechten Oberschenkels fühlt sich ebenso fest und stark an wie linkerseits.

Die Muskulatur des Unterschenkels ist dem Maass und Gefühl nach beiderseits gleich stark.

Die Sensibilität der rechten untern Extremität ist nicht herabgesetzt.

Die Patellarsehnenreflexe sind beiderseits gleich.

Etwaige Abnormitäten am rechten Unterschenkel, die als Residuen der damals stattgefundenen Fractura cruris anzusprechen wären, liessen sich nicht auffinden ausser der schon erwähnten Rinne an der Vorderfläche der Tibia und der Verlängerung des rechten Unterschenkels gegenüber dem linken.

* * *

Bevor ich nun zur Besprechung der Verletzung übergehe, möchte ich eine Beschreibung des innern Kniegelenkbandes vorausschicken und aus der Mechanik des Kniegelenkes einige für das Verständniss der Verletzung wichtige Punkte hervorheben. In diesen Verhältnissen halte ich mich meist an eigene Beobachtungen an der Leiche, die ich an einer Reihe von unteren Extremitäten, welche ich zu den im weitern Verlauf der Arbeit zu schildernden Experimenten benutzte, zu machen Gelegenheit hatte.

Herrn *Dr. Decker*, Prosector am anatomischen Institut, der zu den Versuchen mir das Material beschaffte und in liebenswürdigster Weise seinen Rath und seine Unterstützung mir zu Theil werden liess, spreche ich hier meinen wärmsten Dank aus.

Bei der **Beschreibung** folge ich der Unterscheidung der neueren Autoren zwischen einem langen und kurzen inneren Seitenband, welche von *Henle* Ligamentum accessorium mediale longum und breve genannt werden.

Beide sind im Gegensatz zum äusseren Seitenband, das einen drehrunden Strang darstellt, ganz platte Bänder.

Das obere Ende des langen Bandes entspringt von dem der medialen Seite des Condylus internus femoris aufgesetzten, Epicondylus internus genannten Höcker, bald von dessen höchstem Vorsprung, bald von seinen niedrigeren Partien, in einer Ausdehnung von $^1/_3$ cm Höhe, $^1/_2$—1 cm Breite und bildet am oberen Rand eine horizontale oder eine nach oben leicht konkave Linie; das Ende der Sehne des Ms. adductor magnus, welches gewöhnlich $^3/_4$—1 $^1/_2$ cm oberhalb dieser Linie inserirt, fand ich einmal in diese Linie fallen, so dass das lange Band wie eine direkte Fortsetzung der Adductor-magnus-Sehne sich darstellte. In seinem Verlaufe nach abwärts zieht das Band zugleich ein wenig nach vorn, wird gegen die Gelenkspalte zu dünner, um von da nach unten zu bis zum untern Ansatze in seiner Dicke wieder zuzunehmen. Gegen die Gelenkspalte zu breitet sich das Band gewöhnlich leicht fächerförmig aus und erreicht daselbst eine Breite von 1—1 $^1/_2$ cm und inserirt am untern Ende des obern Viertheils der Tibia in einer Höhe von 2—2 $^1/_2$ cm, in der Breite von 1—1 $^1/_2$ cm auf der medialen Tibiafläche so, dass der hintere Rand der Insertion mit der medialen Crista tibiæ zusammenfällt.

Das untere Ende des Bandes ist in der Ausdehnung seiner Insertion mit dem Periost fest verwachsen und verwebt, so dass eine künstliche Trennung mit dem Messer unmöglich ist. Mit dem Condylus internus tibiæ ist das Band durch lockeres

Bindegewebe verbunden und daher, soweit es seine eigene Spannung erlaubt, auf demselben verschieblich; der fibrösen Gelenkkapsel ist das Band durch eine sehr dünne Schicht lockeren Bindegewebes aufgelagert und lässt sich von derselben leicht abziehen bis an sein oberes Ende, welches mit der Insertion der fibrösen Gelenkkapsel und dem darunter liegenden Periost fest verwachsen und verfilzt ist. In einigen Fällen fand ich die tiefst liegenden hintersten Fasern des langen Bandes an der Gelenkspalte mit dem Meniscus internus verwachsen.

Das Periost in der Umgebung der unteren Insertion ist dünn und spröde, lässt sich unschwer vom Knochen ablösen; zerrt man dasselbe, so zerfasert es sich leicht.

Das Periost in der Umgebung der obern Insertion ist dicker und weicher und lässt sich leicht vom Epicondylus abziehen; an injicirten Leichen fand ich das Periost des Epicondylus reichlich von Gefässen durchzogen, das Periost um die untere Insertion herum wies nur spärliche, sehr feine Gefässe auf.

Den hintern Rand des untern Bandendes fand ich mit der den Musc. popliteus bedeckenden Fascie, häufig auch mit dessen an der medialen Crista tibiæ befindlichen medialen Ansatzgrenze verwachsen.

Während das lange Band fast unabhängig von der Kapsel genannt werden kann, bildet das kurze innere Seitenband einen geradezu integrirenden Bestandtheil der fibrösen Kapselschicht und lässt sich von derselben als oberflächlichste Schicht in der grössten Mehrzahl der Fälle nur künstlich abpräpariren. Das kurze innere Seitenband schliesst sich hinter dem langen innern Seitenband dessen Verlauf direkt an; wenn auch die Darstellung der vorderen Grenze des kurzen Bandes, welche zugleich die hintere Grenze des langen Bandes oberhalb der Gelenkspalte bildet, dem Messer überlassen ist, so erkennt man dieselbe doch ganz wohl daran, dass das kurze Band erheblich dünner gegenüber dem langen ist.

Der obere Rand des kurzen Bandes liegt in einer Fortsetzung derjenigen Linie nach hinten, welche den obern Rand des langen Bandes bildet; diese Linie für den obern Ansatz des kurzen Bandes ist nach oben konkav gekrümmt, ihre Breite beträgt $^3/_4$—$1\,^1/_4$ cm. Das kurze Band breitet sich fächerförmig nach unten aus und inserirt am innern Rand der innern Bandscheibe in der Breite von $1\,^1/_4$—$1\,^3/_4$ cm.

Der hinter dem kurzen Band gelegene Kapseltheil wird übrigens auch von verstärkenden Faserzügen bedeckt, so dass man eine hintere Grenze des kurzen Bandes sich nur künstlich darstellen kann.

Von der vordersten Hälfte oder den vordersten zwei Dritttheilen des untern Randes des kurzen Bandes laufen gerade wie Fortsetzungen der Fasern des kurzen Bandes, allerdings nicht in deren Richtung, sondern nach abwärts und zugleich nach vorn derbe bindegewebige Faserzüge von dem Aussehen eines Bandes, welche sich sofort dem langen Band beimischend mit dessen hinterer Grenze verwachsen sind und sich nach unten verschmälernd an dessen unterer Insertion sich verlieren. Dieser Bandzug unterscheidet sich aber deutlich von dem langen Band durch geringere Stärke und Dicke. Diese Faserzüge sowie der hintere Theil des langen Bandes bedecken die vordere Sehne des Musculus semimembranosus.

Betrachtet man den Bandapparat an der inneren Seite der Kniegelenkskapsel als ein Ganzes, so macht er den Eindruck eines einzigen Bandes von dreieckiger Gestalt, »deren oberer und unterer Winkel die Enden des Bandes bezeichnen, deren hinterer Winkel mit dem medialen Meniscus verschmilzt.« (*Langer*: Handbuch d. Anatomie des Menschen. Wien 1885 S. 97.) Die vorderen Fasern verlaufen mehr gerade nach abwärts, die übrigen Fasern zeigen eine winklige Knickung an ihrer Anheftungsstelle am Meniscus internus.

Der oberhalb der Kniebasis gelegene Theil des langen Bandes und das kurze Band sind ganz frei von Muskulatur

und Sehnen, nur bedeckt von Fascie und Haut; dagegen der unterhalb der Gelenkspalte liegende Theil ist überlagert von den Sehnen der Musculi Gracilis und Semitendinosus und deren fascienartigen Ausbreitung. Darüber liegt die Aponeurose der Sartoriussehne, welche nur noch von Fascie und Haut bedeckt wird.

Zwischen den Sehnen der Musculi Semitendinosus und Gracilis einerseits und der untern Bandinsertion andererseits liegt ein Schleimbeutel.

Aus der **Mechanik** des Kniegelenkes muss ich Einiges über die Leistung der Kniegelenksbänder erwähnen, um die infolge unserer Verletzung auftretende abnorme Beweglichkeit im Kniegelenk verständlich zu machen.

Die normalen Bewegungen des Kniegelenks sind Streckung, Beugung, Drehung um eine horizontale Achse einerseits, Rotation nach innen und aussen, Drehung um eine senkrechte Achse andererseits; letztere Bewegung lässt sich nicht in gestreckter, sondern nur in gebeugter Lage des Kniegelenks ausführen.

Das Lig. lat. int. long. fand ich in der Streckung wie in jedem Grad der Beugung gespannt, jedoch mit dem Unterschied, dass in der Streckung mehr die hintern, in der Beugung nur die vorderen Partien straff angespannt waren.

Die Ansichten der Autoren gehen darüber auseinander, ob das Band in der Beugung gespannt ist oder nicht.

Die letztere Meinung vertreten die Gebrüder *Weber* (38 S. 180), *Hyrtl* (15 S. 417), *Gegenbaur* (12 S. 277) mit der Erklärung, die Begrenzungslinie des Condylus internus sei ein Stück einer Spirale und indem die Entfernung der oberen Insertion des Bandes von dem hintern Rand des Condylus internus kleiner sei als von der untern Gelenkfläche, komme die Ursprungsstelle des Bandes bei gestrecktem Knie höher zu stehen als bei gebeugtem.

Die Gebrüder *Weber* scheinen sich selbst nicht recht klar gewesen zu sein, da sie an einer anderen Stelle (S. 202 l. c.) sagen: »es sind also in der gebogenen Lage beide

Bänder des innern Condylus (das innere Seitenband und hintere Kreuzband) gespannt.«

Für die erste Ansicht treten ein *Meyer* ([23a] S. 505 und [23b] S. 368), *Robert* ([32]), *Henle* ([13] S. 145), *Albrecht* ([1] S. 19.)

Meyer und *Henle* betonen, dass der Ursprung des Bandes am Schenkelbein nahe oder auf den Mittelpunkt des Kreisbogens fällt, den der Sagittalschnitt der hintern Kuppe der Gelenkfläche des Condylus internus beschreibt.

Nach *Albrecht*, dem wohl auf Grund sehr eingehender Untersuchungen und Messungen die Entscheidung überlassen werden darf, besteht die Contactlinie des Condylus internus aus den Segmenten zweier Kreise, dessen vorderes einen grösseren Radius hat als das hintere (l. c. S. 8 u. S. 9). Der Mittelpunkt der Femoralinsertion des langen Bandes fällt nun nicht mit einem der Drehungspunkte zusammen, sondern liegt $^3/_4$ cm senkrecht unter dem Mittelpunkt des vorderen Segments. (Nach der Zeichnung auf S. 18 l. c.) Denkt man sich durch diesen eine horizontale Linie von 1 cm Länge gelegt, welche die Breite der obern Bandinsertion darstellt, so sieht man durch Messung aus der Figur leicht, dass der vordere Punkt der Femoralinsertion von dem grössten Theil des hintern Segmentes, soweit dies in der Beugung zum Contact mit der Tibia dient, weiter entfernt ist als von dem senkrecht unter ihm liegenden Punkte des vorderen Segmentes, dass dagegen der hintere Punkt der Insertion von allen Punkten der Peripherie fast gleich weit entfernt ist, dass daher in der Beugung die vorderen Fasern mehr gespannt sein müssen als die hintern.

Selbstverständlich ist auch das lange innere Seitenband bei einer in der Beugung ausgeführten Rotation gespannt.

Das kurze innere Seitenband ist nur in der Streckung gespannt und in der Beugung bei Rotation des Unterschenkels nach innen.

Die Spannungsverhältnisse aller Kniegelenksbänder will ich zusammen je nach der im Kniegelenk eingenommenen Stellung geben:

In der Streckung sind gespannt alle Bänder, also inneres und äusseres Seitenband, vorderes Kreuzband, vom hintern Kreuzband hauptsächlich dessen hinterste Fasern, welche den am weitesten medianwärts gelegenen Ursprung am Condylus femoris haben.

Bei Uebergang aus der Streckung in Beugung ist bis zu einem zwischen Ober- und Unterschenkel gebildeten Winkel von 155^0 nur das innere lange Seitenband straff gespannt; je stärker der Unterschenkel zum Oberschenkel gebeugt wird, desto mehr wird das hintere Kreuzband der Spannung zugeführt, bis es in einem Winkel zwischen 140^0 und 110^0 fest gespannt wird und bei weiter fortgesetzter Beugung gespannt bleibt.

In rechtwinkliger Beugung ist das innere lange Seitenband und hintere Kreuzband gespannt, das äussere Seitenband und vordere Kreuzband ist erschlafft.

Bei der in rechtwinkliger Beugung ausgeführten Rotation des Unterschenkels sind gespannt:

1) bei der Rotation nach innen: Ligam. later. int. long. et breve, lig. cruciat. posterius, lig. cruciat. anterius;
2) bei der Rotation nach aussen: Ligam. later. int. long., lig. cruciat. poster., lig. laterale externum.

Die in rechtwinkliger Beugung mögliche Rotation (Pronation + Supination) fand ich verschieden, von 25^0-45^0, davon die Pronation 10^0-20^0, die Supination 10^0-25^0.

Von *Weber* (l. c. S. 172) wird dieselbe im Mittel zu 39^0, von *Meyer* ([23b] S. 359) zu 47^0-52^0 angegeben, davon sollen nach *Meyer* auf die Pronation 5^0-10^0 fallen.

Von **abnormer Beweglichkeit** im Kniegelenk interessirt uns hier die **Abduction**, das am meisten in die Augen springende Symptom einer Zerreissung des innern Kniegelenkbandes.

Fragen wir nun das Experiment, welche Verletzung der Bandapparat erlitten haben muss, damit der Unterschenkel abducirt werden kann.

An neun untern Extremitäten durchschnitt ich das lange

innere Seitenband direkt über der untern Insertion, während der Oberschenkel mit der äussern Seite auf dem Tische lag, der Unterschenkel aber über den Tischrand frei hervorragte, in der Voraussetzung, der Unterschenkel werde bei gestrecktem Kniegelenk in Abductionsstellung fallen; doch wurde diese Erwartung nicht erfüllt, auch liess sich passiv keine Abduction in der Streckung ausführen.

Das lange Band wurde hierauf abpräparirt, dann auch das kurze, ohne dass bei genauer Streckung Abduction eintrat. Bei nicht strenger Streckung liess sich etwas Abduction ausführen.

Darauf wurde die innere Wand der Gelenkkapsel oberhalb des Meniscus internus quer durchtrennt, jedoch ohne Erfolg bei genau eingehaltener Streckung des Kniegelenkes; bei nicht streng durchgeführter Streckung, wenn Unter- und Oberschenkel nach hinten einen Winkel von 177^0—178^0 bildeten, liess sich etwas mehr Abduction ausführen wie vorhin, als die Kapsel und kurzes inneres Seitenband noch erhalten war. Die Abduction betrug jetzt soviel, dass in sieben Fällen der Oberschenkel mit dem Unterschenkel nach aussen einen Winkel von etwa 172^0—175^0 bildete.

In der rechtwinkligen Beugung ist die Rotation nach innen um 5^0—10^0, nach aussen gar nicht, höchstens um 5^0 vermehrt. In der Streckung war jetzt auch Rotation möglich, nach innen bis zu 15^0, nach aussen bis zu 10^0.

(Die bei der Rotation des Unterschenkels nach aussen und innen angegebenen und im Verlauf der Arbeit noch häufig anzugebenden Winkel messe ich aus der Stellung des Fusses, welche derselbe nach ausgeführter Rotation des Unterschenkels, sich selbst überlassen, einnimmt und zwar gebe ich den Winkel an, welche der innere Fussrand nach ausgeführter Rotation mit der durch die Ferse gehenden Sagittalebene nach aussen und innen bildet.)

Bei der Rotation nach aussen in rechtwinkliger Beugung fand ich das hintere Kreuzband und äussere Seitenband, bei der Rotation nach innen in rechtwinkliger Beugung das hintere und vordere Kreuzband gespannt.

Um nun zu erfahren, welches Band oder welche Bänder noch mitverletzt sein müssen, damit in der Streckung Ab-

duction eintreten könne, führte ich dieselbe gewaltsam aus, bis der von Ober- und Unterschenkel nach aussen gebildete Winkel zwischen 170° und 155° betrug; an den medialsten hintersten Fasern des hintern Kreuzbandes liess sich in sechs Fällen eine unregelmässige Zerreissung im Faserverlauf, in drei Fällen eine Abreissung von der obern Insertion erkennen. Dass diese Fasern zuerst und allein reissen, ohne dass das vordere Kreuzband, welches ja auch bei der Abduction gespannt ist, mitverletzt wird, hat seinen Grund darin, dass die genannten Fasern des hintern Kreuzbandes fast senkrecht verlaufen, das vordere Kreuzband aber schräg; ausserdem werden diese Fasern von der einwirkenden Gewalt bei der Abduction früher und stärker betroffen als das vordere Kreuzband, ähnlich wie an einem Holzstab, den man behufs Zerbrechung biegt, die der convexen Seite entsprechenden Theile zuerst, der Dehnung ausgesetzt eine Continuitätstrennung erleiden.

Die in der Streckung nach der vorigen Verletzung schon mögliche Rotation wurde gesteigert, bei der Rotation nach innen bis zu 15°—25°, nach aussen bis zu 15°—30°.

In rechtwinkliger Beugung lässt sich die Rotation ausführen nach innen bis zu 25°, nach aussen bis zu 35° von der durch die Ferse gehenden Sagittalebene.

Die Rotation in rechtwinkliger Beugung nach der angegebenen Verletzung ist gegenüber der Rotation vor Beschädigung der betreffenden Kniegelenke vermehrt, nach innen um 10°—15°, nach aussen um 10°—25°.

In rechtwinkliger Beugung sind bei der Rotation nach innen gespannt: hinteres Kreuzband einerseits, äusseres Seitenband oder vorderes Kreuzband andererseits; bei der Rotation nach aussen: vorderes Kreuzband einerseits, äusseres Seitenband oder hinteres Kreuzband andererseits.

Dass sich diese Spannungsverhältnisse nicht von denen des unverletzten Gelenkes ableiten lassen, hat seinen Grund darin, dass beim normalen Gelenk die Rotation um eine durch den Condylus internus femoris gehende Axe statt-

findet, dessen Bänder immer gespannt sind, so dass bei der Rotation des Unterschenkels der Condylus externus tibiae sich nach vorn oder rückwärts bewegt. Wie beschrieben, handelt es sich aber um Verletzung beider Bänder des innern Femurcondylus, daher kann bei Rotationen die Drehungsachse nicht mehr durch denselben gehen, sondern wird dahin verlegt, wo dem Gelenk noch ein gewisser Halt gegeben ist, nämlich sie geht jetzt durch den äussern Condylus; es wird daher bei der Rotation des Unterschenkels nach innen, während der äussere Tibiacondylus unter dem äussern Femurcondylus nach vorn sich dreht, der innere Tibiacondylus zugleich nach hinten unter dem Femurcondylus sich bewegen, umgekehrt bei der Rotation nach aussen; es ist daher erklärlich, dass mit der Verlegung der Drehungsachse nach dem äussern Condylus andere Spannungsverhältnisse der noch erhaltenen Bänder eintreten, als sie bei noch unversehrtem Gelenk bestanden.

Wurde die Abduction in der Streckung noch weiter getrieben, so dass der Aussenwinkel zwischen Ober- und Unterschenkel zwischen 155^0 und 140^0 betrug, so trat

a) in vier Fällen weitere Continuitätstrennung des hintern Kreuzbandes entweder im Faserverlauf oder an der untern Insertion auf, so dass nur die laterale Hälfte oder das laterale Drittel des hintern Kreuzbandes noch übrig blieb, ferner wurde die mediale Hälfte des vordern Kreuzbandes von der obern Insertion abgerissen.

In diesen Fällen betrug in der Streckung die Rotation nach innen 40^0—50^0, nach aussen 25^0—40^0.

In rechtwinkliger Beugung bildete der innere Fussrand mit der durch die Ferse gehenden Sagittalebene bei der Rotation nach innen einen Winkel von 30^0—50^0, bei der Rotation nach aussen einen Winkel von 25^0—40^0; bei der Rotation nach innen waren gespannt hinteres Kreuzband und äusseres Seitenband, bei der Rotation nach aussen vorderes Kreuzband und äusseres Seitenband.

b) In den andern fünf Fällen trat keine neue Verletzung des hintern Kreuzbandes hinzu, dagegen wurde das vordere Kreuzband vollständig von der obern Insertion abgerissen.

In diesen Fällen war in der Streckung eine Rotation nach aussen möglich um 50^0—80^0, nach innen um 15^0—25^0.

Auch in rechtwinkliger Beugung ist hauptsächlich die Supination vergrössert worden, sie beträgt 50^0—80^0, die Pronation 20^0—35^0.

Da ja zur Hemmung der Rotation mindestens zwei Bänder erforderlich sind, so wird bei der Pronation wie bei der Supination gespannt sein das äussere Seitenband und das hintere Kreuzband, soweit es erhalten ist.

Das **Resultat** ist also kurz folgendes:

Durchtrennung des innern Seitenbandes und der innern Kapselwand gestatten nur bei nicht genauer Streckung eine Abduction höchstens soweit, bis der Aussenwinkel 175^0—170^0 beträgt.

Soll Abduction in streng ausgeführter Streckung möglich sein,

a) so findet man bei einem durch Abduction erreichten Aussenwinkel zwischen 170^0 und 155^0, dass der ganze innere seitliche Band- und Kapselapparat sowie die hintersten medialsten Fasern des hintern Kreuzbandes eine Continuitätstrennung erlitten haben müssen.

b) Bei höheren Graden der Abduction, bei einem Aussenwinkel von 155^0—142^0 betrifft die Verletzung entweder die mediale Hälfte des hintern und vordern Kreuzbandes oder das hintere Kreuzband ist nur an seinen medialsten hintersten Fasern zerrissen, dagegen das vordere Kreuzband vollständig zerrissen.

Zur Controle, dass Zerreissung des vorderen Kreuzbandes sammt Durchtrennung der innern Kniegelenkswand ohne Verletzung des hintern Kreuzbandes in der Streckung

keine Abduction erlaubt, durchschnitt ich an zwei untern Extremitäten kurzes und langes inneres Seitenband, die Kapsel an der inneren Seite des Kniegelenks und das vordere Kreuzband, erzielte aber keine Abduction, zum deutlichen Beweis, dass die Verletzung des hinteren Kreuzbandes unerlässlich ist für die Abduction in der Streckung.

Oben erwähnte ich, dass auch die innere Kapselwand eine Continuitätstrennung in querer Richtung erlitten haben müsse; zum Beweise durchschnitt ich in einem Fall das hintere Kreuzband sowie langes und kurzes inneres Seitenband, ohne dass sich eine merkliche Winkelstellung zwischen Ober- und Unterschenkel erzielen liess; die Kraft, welche sie verhinderte, war jedoch eine geringe und bei gewaltsam bewerkstelligter Abduction wurde die Kapsel anfangs gedehnt, gezerrt, alsdann wurde sie eingerissen.

In der Annahme, dass bei einer Adduction ganz analoge Verhältnisse eintreten würden, machte ich an zwei Extremitäten Versuche; ich durchschnitt das äussere Seitenband und die äussere Kapselwand ohne jeden Erfolg; alsdann führte ich die Adduction gewaltsam aus, bis der von Ober- und Unterschenkel nach innen gebildete Winkel 160^0—155^0 betrug. Da fand ich das vordere Kreuzband durchrissen mit Ausnahme eines ganz dünnen etwa 3 mm breiten, 1 mm dicken Faserbündels, welches die mediale Grenze des vorderen Kreuzbandes darstellte; der hintere Theil des Meniscus externus war durch Fasern des hintern Kreuzbandes, welche an ihm inseriren, von der Tibiagelenkfläche abgehoben.

Als die Adduction noch weiter fortgesetzt wurde, bis der Winkel an der Innenseite des Kniees 150^0—140^0 betrug, wurden die noch übrigen Fasern des vorderen Kreuzbandes zerrissen und die äussere Hälfte des hintern Kreuzbandes von der obern Insertion abgerissen.

Um ein möglichst genaues Bild von der Art der Zerreissung des innern Seitenbandes selbst zu bekommen, suchte ich mir die **Verletzung an der Leiche** herzustellen.

(Die hiezu wie auch zu den obigen Versuchen benutzten Extremitäten waren schon in den Präparirsälen zu Muskel- und Nervenpräparaten verwendet worden; da aber alle Bänder und die Kapsel des Kniegelenks, sowie die letzteres bewegenden Muskeln vollständig erhalten und noch keinerlei Gewalteinwirkung ausgesetzt waren, waren sie zu den Versuchen vollkommen geeignet.)

In den folgenden sieben ersten Fällen wurde der Oberschenkel mit der äussern Seite auf den Tisch gelegt und auf demselben fixirt, so dass gerade die Kniegelenksspalte über den Tischrand hervorragte und der Condylus externus femoris das Hypomochlion bildete; den Unterschenkel brachte ich in Streckung zum Oberschenkel, fasste ihn im untern Drittel und abducirte ihn gewaltsam.

In den andern drei Fällen wurde der Unterschenkel entsprechend auf dem Tisch fixirt, so dass der Condylus externus tibiae als Hypomochlion diente, und der Oberschenkel gewaltsam gegen den Unterschenkel abducirt.

Leider konnte ich das Alter der Individuen, deren Extremitäten verwendet wurden, nicht eruiren, jedenfalls aber gehörten dieselben keinen Personen unter 20 Jahren an, da die dem Kniegelenk benachbarten Epiphysen mit den Diaphysen verknöchert waren.

I. Versuch.

Die Rotation des Unterschenkels in rechtwinkliger Beugung beträgt nach aussen 25^0, nach innen 15^0.

(Die Grösse der Pronation und Supination am unverletzten Kniegelenk will ich jedem Versuch voranstellen, um dann einen Vergleich zu haben mit der Grösse der Rotation nach stattgehabter Verletzung.)

Bei der gewaltsamen Abduction vernahm man ein Geräusch ähnlich dem, wie es durch Zerreissen von Leinwand oder Gaze hervorgebracht wird, und sah, dass, während ein Riss entstand, der das ganze Lig. breve mit der unter ihm liegenden Kapsel von seiner Insertion am Meniscus internus trennte, das obere Ende des langen Bandes von dem Epicondylus internus abgelöst wurde. Mit der obern Insertion wurde das unter ihr liegende Periost vom Knochen abgerissen in Form eines an drei Seiten freien Läppchens, das $1^1/_4$ cm lang, $1^3/_4$ cm breit an seiner untern Seite mit dem

Periost des Epicondylus in Verbindung steht; in den übrigen Theilen war das Band noch mit seiner Unterlage verbunden. Der Kapselriss erstreckte sich nach vorn noch 1 cm unter das lange Band und noch 1 cm nach hinten vom kurzen Band und hatte im Ganzen die Länge von 3,5 cm.

Der durch die Abduktion erreichte Aussenwinkel zwischen Ober- und Unterschenkel = 157°.

Die an der Innenseite des Kniegelenks entstandene Gelenkspalte beträgt 1¼ cm.

Die Tibia lässt sich gegen das Femur in der Streckung ¾ cm verschieben.

In der Streckung lässt sich der Unterschenkel nach innen bis 15°, nach aussen bis 20°, in rechtwinkliger Beugung nach innen bis 25°, nach aussen bis 35° rotiren.

Nachdem die hintere Kapselwand abpräparirt war, fand man, dass das hintere Kreuzband verletzt war und zwar waren die hintersten medialsten Fasern im Verlauf durchrissen, etwa 3 mm breit, 2 mm dick.

II. Versuch.

In rechtwinkliger Beugung des Unterschenkels beträgt die Pronation 18°, die Supination 15°.

Bei der Abduction spannte sich zuerst das innere Band; dasselbe wurde mit der darunter liegenden Kapsel in die entstehende Gelenkspalte eingezogen.

Während man alsdann ein Krachen hörte, sah man, wie der untere Ansatz des Bandes abriss und die Kapsel einen Querriss erlitt. Der Kapselriss liegt zwischen innerem Rand des Meniscus internus und innerem Gelenkrand der Tibia, hat, soweit er sichtbar, gerade die Breite der untern Insertion des kurzen Bandes; hebt man aber das lange Band an der Gelenkspalte empor, so findet man, dass der Kapselriss noch ¾ cm unter dasselbe reicht; derselbe hat im Ganzen die Breite von 2¾ cm. Infolge dieses Kapselrisses wird der Meniscus internus vom kurzen Band, welches selbst ganz unverletzt ist, nach oben gezogen und gegen die untere Gelenkfläche des Condylus internus femoris heraufgedrückt.

Was nun die Verletzung des langen Bandes betrifft, so riss dessen unteres Ende mitsammt dem Periost von der Insertionsfläche des Bandes ab, so dass die mediale Tibiafläche in einer Ausdehnung von $1^1/_4$ cm Breite, $2^3/_4$ cm Länge blosgelegt wurde; das abgerissene Periost war nur nach oben mit dem Periost der Tibia verbunden.

Der hintere Rand der untern Insertion des Bandes, der in diesem Fall mit dem mittleren Drittel der medialen Insertionsgrenze des Musculus popliteus verwachsen war, riss nicht von derselben los, sondern mit ihr verbunden bewirkte er eine Verletzung des Musc. popliteus, und zwar wurde in der Höhe des untern Randes der Bandinsertion beginnend nach aussen und aufwärts dem Faserverlauf des Muskels entsprechend ein 2,5 cm langer Einriss herbeigeführt und 1 cm oberhalb desselben sah man einen gleichen Einriss in der Muskelsubstanz; das zwischen beiden Einrissen liegende Muskelstückchen war von der Knochenunterlage abgerissen, an seinem medialen Rande mit dem untern Ende des langen Bandes verbunden, an seiner lateralen Grenze mit dem Musc. popliteus zusammenhängend.

Der Aussenwinkel beträgt 158^0, die Gelenkspalte 1 cm.

In der Streckung ist Rotation möglich, nach innen 15^0, nach aussen 20^0.

In rechtwinkliger Beugung beträgt die Pronation 25^0, die Supination 30^0.

Nachdem die Kreuzbänder von hinten her freipräparirt sind, sieht man, dass die medialsten hintersten Fasern des hintern Kreuzbandes in der Mitte durchrissen sind.

III. Versuch.

In rechtwinkliger Beugung des Unterschenkels beträgt die Pronation 10^0, die Supination 15^0.

Bei der Herstellung der Verletzung hörte man das schon in Versuch 1 und 2 beschriebene Geräusch. (Dasselbe nahm ich auch bei allen übrigen Versuchen wahr, weshalb ich es nicht mehr erwähnen werde.)

Nachdem die Abduction ausgeführt war, fand man folgende Verletzung des innern Seitenbandes:

Das lange Band war der Länge nach in der Mitte des Faserverlaufes von der untern Insertion bis direct oberhalb der Gelenkspalte geschlitzt und zwar infolge des Eindringens des stark nach innen prominirenden Tibiacondylus.

Das untere Ende des Bandes war von seiner Insertion abgerissen und zwar der durch den Längsriss gebildete hintere Theil war sammt dem darunter liegenden Periost abgehoben in einer Ausdehnung von 2 cm Höhe, $^3/_4$ cm Breite, der vordere Theil riss nur in einer oberflächlichen Schicht seiner Fasern ab, in der Breite von $^3/_4$ cm, in der Höhe von 2 cm.

Das kurze Band fand man unbeschädigt, dagegen zeigte die Kapsel zwischen Meniscus internus und ihrem Ansatz an der Tibia unterhalb der Insertion des kurzen Bandes einen Riss, der sich nach vorn noch 1 cm unter das lange Band erstreckte, im Ganzen 2,5 cm breit war.

Der Aussenwinkel beträgt 160°, die Gelenkspalte 1 cm.

Die Rotation in der Streckung beträgt nach innen 10°, nach aussen 15°, in rechtwinkliger Beugung nach innen 20°, nach aussen 25°.

Die Tibia lässt sich in der Streckung gegen das Femur $^1/_2$ cm verschieben.

Die hintersten medialsten Fasern des hintern Kreuzbandes in der Mitte zerrissen.

IV. Versuch.

In rechtwinkliger Beugung des Unterschenkels beträgt die Pronation 12°, die Supination 15°.

Nach ausgeführter Abduction fand man am obern Rand der obern Insertion des langen und kurzen Bandes einen Querspalt, in welchem spongiöse Knochensubstanz sichtbar war, ausserdem einen Riss in der Längsrichtung an der Grenze zwischen kurzem und langem Band, der $^1/_2$ cm unterhalb des Querspaltes beginnend, bis zum innern obern Tibiagelenkrand reichte; ging man in diesen Riss ein, so

gelangte man in die Gelenkhöhle und fand, dass die Synovialis von ihrer Femurinsertion 2,5 cm breit abgerissen ist.

Geht man in den Querspalt in der Richtung nach unten ein, so kommt man unter losen Knochen, welcher den abgerissenen Epicondylus internus vorstellt, kann aber auf diesem Wege nicht in die Gelenkhöhle dringen; der abgerissene Knochentheil hat da, wo er am stärksten ist, eine Dicke von 3—4 mm, ist 1½ cm hoch, 2 cm breit, die von Periost bedeckte Oberfläche desselben kann man sich leicht zugänglich machen, wenn man die Ränder des Längsrisses auseinander drängt.

Der Epicondylus internus ist übrigens nicht als ein ganzes Stück abgerissen, sondern besteht jetzt aus 3 Theilen. Eine Längsspaltung desselben entspricht dem das lange und kurze Band trennenden Längsriss; das vor demselben liegende Stück ist etwa 1 cm breit, der hintere 1 cm breite Theil ist quer getrennt, so dass das obere Stück ½ cm hoch, das untere 1 cm hoch ist.

Das im Umkreise des abgerissenen Epicondylus gelegene Periost war auch durchrissen, ausser am untern Rand; von demselben aus war es ½—¾ cm nach abwärts in der Breite von 1¼ cm vom Knochen abgezogen.

Eine Pincette liess sich leicht in den Knochen einstechen, zum Beweise, dass es sich hier um spröden, atrophischen Knochen handelte.

Der erreichte Aussenwinkel beträgt 155°, die Gelenkspalte 1,4 cm.

Die Tibia lässt sich gegen das Femur etwa ¾ cm verschieben.

In der Streckung beträgt die Rotation nach innen 15°, nach aussen 25°, in rechtwinkliger Beugung nach innen 20°, nach aussen 35°.

Nach Wegnahme der hintern Kapselwand fand ich die medialsten, hintersten Fasern des hintern Kreuzbandes von der obern Insertion abgerissen.

V. Versuch.

In rechtwinkliger Beugung des Unterschenkels beträgt die Pronation 10^0, die Supination 20^0.

Beim Beginne der Abduction sah man, wie Band und Kapsel sich anspannten und in die allmählich entstehende Gelenkspalte eingezogen wurden. Diese Wirkung des Luftdruckes konnte man bei allen Versuchen sehen, daher ich sie nicht mehr erwähnen will.

Nachdem die Abduction ausgeführt war, fand man das untere Ende des langen Bandes sammt einem unter ihm liegenden Periostlappen, der länger ist als die entsprechende Bandinsertion, dessen untere Grenze aber mit dem untern Rand des Bandes zusammenfällt, von der Tibia abgerissen, so dass das Periost in der Länge von 3 cm, in der Breite von $1^1/_2$ cm vom Knochen abgelöst war.

Am hintern Rande des untern Bandendes hing ein Muskelstückchen von 1,5 cm Höhe, 2,5 cm Länge, welches aus dem Musc. popliteus heraus von der Knochenunterlage abgerissen war, an seinem lateralen Ende aber mit dem Muskel verbunden war.

Zwischen Meniscus internus und oberem Tibiagelenkrand fand man entsprechend der Insertion des kurzen Bandes einen Kapselriss von $1^1/_2$ cm Breite, der sich nach vorn noch 1 cm unter das lange Band erstreckte.

Der Aussenwinkel beträgt 157^0, die Gelenkspalte $1^1/_4$ cm.

Die Tibia lässt sich gegen das Femur $^3/_4$ cm verschieben.

Die Rotation des Unterschenkels macht aus: in der Streckung: nach innen 10^0, nach aussen 20^0; in rechtwinkliger Beugung: nach innen 25^0, nach aussen 30^0.

Nachdem die Kreuzbänder von hinten her zugänglich gemacht sind, findet man die medialsten Fasern des hintern Kreuzbandes 4 mm breit in der Mitte durchrissen.

VI. Versuch.

In rechtwinkliger Beugung des Kniegelenks beträgt die Rotation des Unterschenkels nach innen 15^0, nach aussen 10^0.

Nach erfolgter Abduction, die jedoch nicht in strenger

Streckung ausgeführt wurde (Ober- und Unterschenkel waren etwas zu einander gebeugt, etwa in einem Winkel von 176°), fand man einen Längsriss im Faserverlauf des kurzen Bandes in dessen vorderem Drittel von 1,5 cm Länge, 1 cm unterhalb der obern Insertion beginnend, $^3/_4$ cm oberhalb des Meniscus internus endigend; ferner sah man einen horizontalen Spalt von $1^1/_4$ cm Breite, der direkt über der oberen Insertion des langen Bandes und dem ersten Drittel der oberen Insertion des kurzen Bandes lag. Geht man mit einer Sonde in den Spalt ein und dringt nach unten, so gelangt man unter ein abgelöstes Knochenstück und weiter in die Gelenkhöhle.

Das abgerissene Knochenstück hat die Höhe von $1^3/_4$ cm, die Breite von $1^1/_2$ cm, an seinem stärksten Theil die Dicke von 3 mm. An seinem obern und untern Rand ist das Periost durchrissen, vor seinem vordern Rand $^3/_4$ cm nach vorn, hinter seiner hintern Grenze $^1/_2$ cm nach hinten ist das Periost vom Knochen abgehoben, ohne durchrissen zu sein. Das abgerissene Knochenstück dient der obern Insertion des langen Bandes und eines Theiles des kurzen Bandes.

Es handelt sich hier um atrophischen Knochen, die Pincette lässt sich leicht in denselben einstechen.

Der Aussenwinkel bei nicht genauer Streckung beträgt etwa 170°, die Gelenkspalte $^1/_2$ cm.

Bei exacter Streckung ist keine Abduction möglich.

Die Rotation beträgt in der Streckung: nach innen 10°, nach aussen 15°; in rechtwinkliger Beugung: nach innen 20°, nach aussen 15°.

Geht man in den Längsriss ein, so gelangt man in die Gelenkhöhle und findet die Synovialis 1,5 cm breit von ihrer Insertion am Condylus internus abgerissen.

Nach Wegnahme der hinteren Kapselwand fand man die Kreuzbänder völlig unverletzt.

Die Abduction wurde nun in strenger Streckung ausgeführt, und es trat folgende Verletzung hinzu:

Vom hintern Kreuzband sind die medialsten Fasern 5 mm breit, in der Mitte durchrissen, vom vordern Kreuzband ist die hintere mediale Hälfte in der Mitte durchrissen, die der vorderen lateralen Hälfte angehörenden Fasern von der obern Insertion abgerissen.

Der hintere Theil des kurzen innern Seitenbandes selbst ist unverletzt, dagegen die Kapsel unterhalb desselben zwischen Meniscus internus und innerem Tibiagelenkrand 2 cm breit eingerissen.

Der Aussenwinkel beträgt 145°, die Gelenkspalte 2 cm.

Der Unterschenkel lässt sich gegen den Oberschenkel $1^1/_4$ cm verschieben.

Die Rotation beträgt in der Streckung: nach innen 45°, nach aussen 60°; in rechtwinkliger Beugung: nach innen 35°, nach aussen 80°.

VII. Versuch.

In rechtwinkliger Beugung beträgt die Pronation 20°, die Supination 20°.

Nach ausgeführter Abduction sah man einen Spalt, der $^3/_4$ cm oberhalb, $^1/_2$ cm vor der obern Insertion des langen Bandes beginnt, schräg nach hinten und abwärts bis zum hintern Rand der Femoralinsertion des kurzen Bandes zieht und weiter schräg nach abwärts und hinten verlaufend, einen Riss in der Wand des Kniegelenks setzte dem hintern Rand des kurzen Bandes entlang bis zu dessen unterer Insertion. In der obern Hälfte des Spaltes ist spongiöse Knochensubstanz sichtbar; geht man da in denselben mit der Sonde ein und dringt nach abwärts, so gelangt man unter abgehobenen Knochen und weiter nach unten in die Gelenkhöhle.

Der Epicondylus internus ist abgerissen in der Länge von 2,5 cm, in der Breite von 2 cm sammt dem ihn bedeckenden Periost, welches nur an seiner vordern Grenze am Femur noch festhängt. Auf dem abgerissenen Epicondylus befindet sich also die obere Insertion des langen und kurzen Bandes, sowie des unter beiden gelegenen fibrösen Kapseltheils.

(Dieser inserirt nämlich an der innern Seite des Kniegelenks nicht in einer Linie, sondern in einer Fläche vom untern Rand des Epicondylus internus nach aufwärts bis direct unter und an den obern Ansatz der beiden Seitenbänder, meist mit demselben verwachsen und verwebt. Die Synovialis dagegen inserirt am untern Umfang des Epicondylus, wie auch aus der Zeichnung eines Frontalschnittes durch das Kniegelenk, welche *Brunn* (7) gegeben hat, ersichtlich ist.) Der abgerissene Epicondylus selbst ist in 3 Stücke getheilt, in ein unteres, seiner untern Hälfte entsprechend, die obere Hälfte ist noch einmal in der Länge halbirt.

Unter dem abgehobenen Epicondylus liegen einige lose Knochensplitterchen aus spongiöser Substanz.

Der Knochen ist atrophisch, die Pincette lässt sich leicht in die Spongiosa einstossen.

Die Synovialis ist vom Femuransatz 2,5 cm breit abgerissen.

Der Aussenwinkel = 156°, die Gelenkspalte = 1¼ cm.

Die Tibia lässt sich gegen das Femur in der Streckung ¾ cm verschieben.

In der Streckung lässt sich der Unterschenkel nach innen 15°, nach aussen 25° rotiren, in rechtwinkliger Beugung nach innen 30°, nach aussen 35° von der durch die Ferse gehenden Sagittalebene rotiren.

Präparirte man die hintere Wand des Kniegelenkes ab, so fand man, dass die medialsten hintersten Fasern des hintern Kreuzbandes von der Insertion am Femur im Umfange von ½ cm abgerissen waren.

Nachdem die Abduction in der Streckung fortgesetzt war, fand man die ganze mediale Hälfte des hintern Kreuzbandes vom Oberschenkelansatz abgerissen, der Meniscus externus war durch ein dem hintern Kreuzband zugehöriges an ihm inserirendes Bündel vom hintern Tibiagelenkrand abgehoben, die mediale Hälfte des vordern Kreuzbandes sammt einer dünnen Knochenschale von dem Tibiaansatz abgerissen. Der Riss am obern Ansatz der Synovialis ist zu 3¼ cm vergrössert.

Die Gelenkspalte beträgt 1¾ cm, der Aussenwinkel 148°.

Der Unterschenkel lässt sich gegen das Femur 1 cm verschieben.

Rotation in der Streckung nach innen = 40°, nach aussen = 40; in rechtwinkliger Beugung Rotation nach innen = 45° nach aussen = 40°.

VIII. Versuch.

In rechtwinkliger Beugung beträgt die Pronation 12°, die Supination 15°.

Nach erfolgter Abduction fand man das obere Ende des langen Bandes sammt dem darunter gelegenen Periost vom Knochen abgerissen, letzteres in Form eines viereckigen Läppchens, welches an seiner untern Seite am Periost des Epicondylus internus noch festhing; der Knochen ist 1¼ cm hoch, 1 cm breit entblösst.

Das kurze Band ist von seiner untern Insertion abgerissen.

Ein die innere seitliche Kapselwand durchtrennender Querriss von 3,5 cm Breite zieht ½ cm oberhalb des Meniscus internus vom vordern Rand des langen Bandes bis zum hintern Rand des Condylus internus.

Der Aussenwinkel = 158°, die Gelenkspalte 1¼ cm.

Rotation in der Streckung nach innen = 10°, nach aussen = 20°; in rechtwinkliger Beugung nach innen = 25°, nach aussen = 35°.

Der Unterschenkel lässt sich gegen das Femur ¾ cm verschieben.

Am hintern Kreuzband fand ich den medialsten hintersten Theil, in der Breite ¾ cm, von vorn nach hinten ½ cm messend, vom Oberschenkelansatz abgerissen.

Nach weiterer Abduction fand ich vom hintern Kreuzband nur noch das laterale Dritttheil erhalten, die mediale Hälfte des vordern Kreuzbandes von der obern Insertion abgerissen. Die ganze innere seitliche Kapselwand ist quer durchrissen.

Der Aussenwinkel = 144°, die Gelenkspalte = 2 cm.

Die Tibia lässt sich gegen das Femur 1 cm verschieben.

Rotation in der Streckung nach innen = 45°, nach aussen = 40°; in rechtwinkliger Beugung Rotation nach innen = 50°, nach aussen = 40°.

IX. Versuch.

In rechtwinkliger Beugung beträgt die Pronation 15°, die Supination 20°.

Bei Ausführung der Abduction sah man dicht über der obern Insertion des langen und kurzen Bandes einen queren Spalt entstehen, in welchem spongiöse Knochensubstanz sichtbar wurde; zugleich hörte man ein zischendes Geräusch, herrührend vom Einstreichen der Luft, ein Beweis, dass die Kapsel eine Verletzung erlitten haben muss, welche eine Communication der Gelenkhöhle mit der Luft gestattete. Der Spalt hat die Breite von 2,5 cm, eine Höhe von 1/3 cm.

Geht man in diesen Spalt mit der Sonde ein und dringt nach unten, so gelangt man unter ein abgerissenes Knochenstück, welches den Epicondylus internus darstellt, auf welchem die obere Insertion des langen und kurzen Bandes sich befindet; dies Knochenstück ist 1/3 cm dick, seine Basis 2,5 cm hoch und breit. Dringt man unter diesem Knochenstück weiter nach unten, so gelangt man in die Gelenkhöhle.

Die Pincette lässt sich leicht in die Spongiosa einstossen, ein Beweis, dass der Knochen atrophisch ist.

Der Aussenwinkel = 162°, die Gelenkspalte = 3/4 cm.

Die Tibia lässt sich gegen das Femur in der Streckung 1/2 cm verschieben.

In der Streckung lässt sich der Unterschenkel nach innen 10°, nach aussen 25°, in rechtwinkliger Beugung nach innen 30°, nach aussen 25° von der durch die Ferse gehenden Sagittalebene rotiren.

An der Grenze zwischen langem und kurzem innern Seitenband machte ich dem Faserverlauf entsprechend einen Längsschnitt durch Band und Kapsel und fand bei einem Einblick in die Gelenkhöhle die Synovialis von ihrem Oberschenkelansatz 2,5 cm breit abgerissen.

Das den Epicondylus bedeckende Periost war also am obern und untern Rand des abgerissenen Knochenstücks durchrissen; nach vorn vom vordern Rand und nach hinten

vom hintern Rand war es $^1/_2$—$^3/_4$ cm weit vom Knochen abgehoben, aber nicht durchrissen.

Nach Wegnahme der hintern Kapselwand fand man die medialsten Fasern des hintern Kreuzbandes von der obern Insertion $^1/_2$ cm breit abgerissen.

X. Versuch.

In rechtwinkliger Beugung beträgt die Pronation 10°, die Supination 15°.

Nach Ausführung der Abduction fand man das obere Ende des langen und kurzen Bandes sammt einer 2 mm dicken, 1 cm langen und breiten Knochenschale vom Femur abgerissen, an welcher die hintere Hälfte des langen, die vordere Hälfte des kurzen innern Seitenbandes inserirte; das Knochenstückchen hängt durch keine Periostbrücke mehr am Epicondylus internus fest.

Das kurze Band ist ausserdem durch einen Längsriss von dem hinter ihm gelegenen Kapseltheil getrennt. Die obere Insertion der Synovialis ist 3 cm breit vom Femur abgerissen.

Die Pincette lässt sich leicht in die Spongiosa einstechen.

Der Aussenwinkel = 165°, die Gelenkspalte = $^3/_4$ cm.

Der Unterschenkel lässt sich gegen den Oberschenkel $^1/_2$ cm in der Streckung verschieben.

In der Streckung lässt sich der Unterschenkel nach innen 10°, nach aussen 25°, in rechtwinkliger Beugung nach innen 20°, nach aussen 25° von der durch die Ferse gehenden Sagittalebene rotiren.

Nachdem die hintere Kapselwand abpräparirt ist, sieht man, dass die medialsten hintersten Fasern des hintern Kreuzbandes von der obern Insertion abgerissen sind.

Die Abduction ward fortgesetzt; darauf fand man das vordere Kreuzband mitsammt einer dünnen Knochenschale von seiner Insertionstelle am Femur abgerissen, das hintere Kreuzband zeigte keine weitere Verletzung als vorhin, dagegen haben Fasern desselben, die am Meniscus externus inserirten, denselben von der hintern Peripherie der äussern

Tibiagelenkfläche abgehoben. Der Riss am obern Ansatz der Synovialis ist jetzt 4 cm gross.

Die Gelenkspalte = 2 cm, der Aussenwinkel = 143°.

In der Streckung lässt sich der Unterschenkel nach innen 20°, nach aussen 70°; in rechtwinkliger Beugung nach innen 25°, nach aussen 65° von der durch die Ferse gehenden Sagittalebene rotiren.

Zum Schlusse der Versuche will ich noch bemerken, dass eine absolute Genauigkeit der Zahlen, welche die Rotation im Kniegelenk nach innen und aussen angeben, nicht anzunehmen ist, dass Fehler, welche eine Differenz von etwa 5° bedingen, vorgekommen sein können.

Was die Verwerthung dieser Zahlen betrifft, so lege ich nur Gewicht auf die in rechtwinkliger Beugung erhaltenen, Pronation und Supination angebenden Zahlen, nicht auf die in der Streckung gewonnenen; letztere zeigen zu wenig Uebereinstimmendes, sie dienen nur zum Beweise, dass nach Verletzung des Bandapparates infolge einer Abduction auch in der Streckung eine Rotation des Unterschenkels ermöglicht ist.

Das **Resumé** ist kurz folgendes:

Die durch gewaltsame Abduction des Unterschenkels in der Streckung hervorgerufene Zerreissung des innern Kniegelenkbandes kommt als solche nie allein vor, sondern immer ist mitverletzt ausser der Kapsel, die einen Querriss erleidet,

1) wenn der Aussenwinkel nicht kleiner wird als etwa 155°, das hintere Kreuzband, dessen medialste hinterste Faserbündel entweder im Verlauf zerrissen oder von ihrer obern oder untern Insertion abgerissen werden;
2) wenn der Aussenwinkel etwa zwischen 155° und 140° liegt, ist

entweder die Verletzung des hintern Kreuzbandes

ausgedehnter wie sub 1., indem die ganze mediale Hälfte des hintern Kreuzbandes eine Continuitätstrennung im Verlauf oder am Ansatz erfuhr und ausserdem ist das vordere Kreuzband in seiner medialen Hälfte zerrissen oder von Femur oder Tibia abgerissen,

oder die Verletzung des hintern Kreuzbandes ist kaum umfangreicher wie sub 1., aber das ganze vordere Kreuzband erlitt eine Zerreissung oder Abreissung von seiner obern oder untern Insertion.

Ist die Abduction nicht in exacter Streckung ausgeführt worden, sondern in einer ganz geringen Beugung zwischen Unter- und Oberschenkel, so kann, wenn der Aussenwinkel nicht kleiner als etwa 170° geworden ist, eine Zerreissung des innern Kniegelenkbandes allein eintreten ohne Betheiligung der Kreuzbänder.

Was die Verletzung des Ligamentum laterale internum selbst betrifft, so kam vor:

1. Abreissung des langen Bandes vom Femuransatz; das kurze Band war vom Meniscus internus abgerissen. (Versuch 1, 8).
2. Abreissung des langen und kurzen Bandes vom Femur sammt einem Knochenstück, welches bald nur einen Theil, bald den ganzen Epicondylus internus vorstellte und dem langen wie kurzen Bande zur obern Insertion diente (Versuch 4, 7, 9, 10).

   In einem Fall war blos das lange Band und das vorderste Drittel des kurzen Bandes mit einer Knochenschale vom Oberschenkel abgerissen, der übrige Theil des kurzen Bandes unverletzt hatte den Meniscus internus von der Tibia abgehoben (Versuch 6).
3. Abreissung des langen Bandes von dem Tibiaansatz; das kurze Band blieb unverletzt, hatte aber den Meniscus internus von der innern Tibiagelenkfläche abgehoben (Versuch 2, 3, 5).

Aus diesen wenigen Versuchen lässt sich selbstverständ-

lich kein Schluss ziehen, ob die Ablösung des Bandes vom Femur oder von der Tibia häufiger vorkommt.

Wenn auch bei keinem der Versuche eine Zerreissung des Bandes im Verlauf eingetreten ist, so wird man doch wohl ihr Vorkommen annehmen können und müssen; denn die Anzahl dieser Versuche ist jedenfalls nicht gross genug, um ihr Vorkommen zu negiren. Doch glaube ich, schliessen zu dürfen, dass diese Verletzung gegenüber der Abreissung des Bandes von seiner obern oder untern Insertion recht selten ist, daher man eher von einer Abreissung als Zerreissung reden sollte.

Die **unmittelbaren Folgen** unserer Bandverletzung sind:

1. Die einer jeden Distorsion eines Gelenkes mit Band- und Kapselzerreissung.

   Infolge Zerreissung der Blutgefässe der Synovialis tritt ein Bluterguss im Kniegelenk auf.

   Aber auch das periarticuläre Gewebe in der Nähe des Kapselrisses wird mit Blut durchsetzt, theils dadurch, dass Blut aus der Gelenkhöhle durch den Kapselriss dringt, theils infolge Zerreissung der an der Aussenseite der Gelenkkapsel verlaufenden Arteriæ articulares genu.

   Ausserdem wird da eine blutige Infiltration des Gewebes eintreten, wo die Bandverletzung stattgefunden hat.

   Wie bei jeder Distorsion, so können auch bei unserer Verletzung durch Quetschung der Gelenkflächen Knorpel- und Knochentheilchen abgesprengt werden, ja vollständige Zermalmung der äussern Hälfte der Tibiaepiphyse hervorgebracht werden (nach *Volkmann* ([36a] S. 620 und 621).
2. Es treten aber auch unmittelbare Folgen auf, speciell abhängig von der Art der Bandverletzung.
   a) Reisst das untere Ende des langen Bandes von der Tibia ab, so wird dasselbe wohl nach oben dislocirt; dabei kann, wenn der hintere Rand des untern Bandendes mit dem medialen Rand des Musc. popliteus fest verwachsen, nicht von demselben getrennt wird,

ein Stück des Muskels längs des Faserverlaufes von der hintern Tibiafläche abgelöst werden (Versuch 2, 5). Contrahirt sich dies Muskelstück, so wird das untere Bandende ausser nach oben auch nach hinten dislocirt.

Ferner wird die laterale Wand des zwischen unterem Ende des langen Bandes und den Sehnen des Ms. Gracilis und Ms. Semitendinosus gelegenen Schleimbeutels eingerissen; die Folge wird sein ein Blutaustritt in den Schleimbeutel und das in seiner Nähe gelegene Bindegewebe; das Blut im Schleimbeutel unterliegt einem ähnlichen Schicksal wie ein Haemarthros; es kann bald resorbirt werden, kann aber auch die Veranlassung zu einem serösen Erguss geben, der bald verschwinden, aber auch in eine chronische Form übergehen kann. Der Ausgang in Vereiterung dürfte wohl ein seltener sein.

b) Ist das lange Band vom Epicondylus internus abgelöst, so tritt Dislokation des obern Bandendes nach unten ein, die bedeutender ist, wenn zugleich das kurze Band von seiner Insertion am Femur abgerissen ist.

c) Wird mit dem obern Ende des langen Bandes oder des langen und kurzen Bandes ein Theil oder selbst der ganze Epicondylus internus abgerissen, so wird dies Knochenstück nach unten dislocirt; bei dieser Verletzung kann es leicht vorkommen, dass aus der Spongiosa kleine Knochensplitter herausgerissen werden, welche unter dem abgerissenen Knochenstück liegen (Versuch 7); ist nun gerade am untern Rand des letzteren die Synovialis von der Femoralinsertion abgerissen und auch das Periost eingerissen, so können leicht diese Knochensplitterchen in die Gelenkhöhle gerathen und diese bilden, falls sie nicht aus dem Gelenke entfernt werden, einen sehr geeigneten Reiz, eine Synovitis serosa hervorzurufen und zu unterhalten, eventuell eine Synovitis suppurativa zu verursachen.

Gelangen solche Knochensplitterchen in das dem

obern Bandende benachbarte Bindegewebe, so können sie nach Umständen Eiterung anregen; der Eiter bahnt sich einen Weg nach aussen, durchbricht die Haut und gibt so zur Bildung einer Fistel Veranlassung, die so lange bestehen bleibt, bis der Knochensplitter entfernt ist.

d) Zerreisst das Band im Verlauf, so wüsste ich keine speciellen dieser Verletzung eigenen Folgen anzugeben, sondern nur die schon erwähnten allgemeinen Folgen einer Kniegelenksdistorsion.

Was nun die **Aetiologie** unserer, eine Genu-valgum-Stellung hervorrufenden Verletzung betrifft, so ist die Einwirkung der Gewalt eine indirecte und strebt eine Abduction an.

Gewiss, die häufigste Veranlassung, die auch in den beiden hiesigen Fällen vorlag, bietet ein Sprung oder Fall auf den innern Fussrand oder auf die innere Hälfte der Planta pedis, während das Bein gestreckt ist.

Die Verletzung wird herbeigeführt gewissermassen durch ein Seitwärtsknicken im Kniegelenk; in der Streckung kann man das Bein ansehen als eine in seinen Abschnitten unbewegliche Stütze, welche das auf ihr lastende und infolge des Falles oder Sprunges mit erhöhter Kraft drückende Körpergewicht nach innen zu biegen sucht; desshalb darf natürlich die Längsachse des Beines mit der Richtung der von Seite des Körpergewichts einwirkenden Kraft nicht in eine Linie fallen, sondern muss mit ihr einen Winkel nach innen bilden. Dieselbe mechanische Einwirkung kann ebenso gut auch stattfinden, wenn der Druck des Körpergewichts durch eine andere Art als Fall oder Sprung verstärkt ist, z. B. durch das Heben einer schweren Last; dies Moment bildete im *Nussbaum*'schen Fall die Ursache für die Bandverletzung.

Da aber Ober- wie Unterschenkel dieser biegenden Kraft Widerstand leisten, so tritt die Verletzung an dem weniger resistenten Bandapparat des Kniegelenks auf, welches so

gelegen ist, dass es die Länge des Beines etwa halbirt; möglich ist auch, dass infolge seiner Lage in der Mitte des Beines manchmal bei der gegebenen Gewalteinwirkung die Summe aller biegenden Kräfte sich auf das Kniegelenk concentrirt.

Ferner kann ein heftiger Stoss, Schlag mit stumpfer Gewalt, Druck auf die äussere Seite des in Streckstellung befindlichen Kniegelenkes bei fixirtem Bein eine Abknickung nach innen hervorrufen; so kann die Verletzung vorkommen bei Einsturz von Gebäuden, bei Verschüttungen mit Steinen und Erdmassen und dergleichen Unglücksfällen. In dem *Ertl*'schen Fall wird der Einsturz von Erdmassen als Ursache berichtet.

In der Aetiologie ist auch ganz gewiss das Alter zu berücksichtigen. Ob die beschriebenen Gewalteinwirkungen in jedem Alter immer unsere Verletzung hervorrufen, halte ich für zweifelhaft; um einen sicheren Beweis zu liefern, müsste man Versuche an Leichen jeden Alters anstellen, wozu ein ungeheuer grosses Material gehört; ich glaube fest, dass bei der gegebenen Gewalteinwirkung in kindlichen, jugendlichen Jahren unsere Verletzung, wenn auch nicht ausgeschlossen, so doch sehr selten sein dürfte, und dass häufiger oder meistens eine andere Verletzung resultirt, nämlich eine Trennung der untern Femurepiphyse. Das Band, welches im Stande ist, den Epicondylus internus herunterzureissen, wird doch auch bei übermässiger Anspannung in Verbindung mit den durch Abduction ebenfalls stark gespannten Kreuzbändern in einer weichen Epiphysenlinie eine Trennung verursachen können.

Diese Annahme stütze ich auf die genauen Ausführungen von *Vogt* (35), der in extenso zeigte, wie gleiche mechanische Insulte in verschiedenen Lebensaltern verschiedene Wirkungen haben, ausserdem auf das analoge Verhalten des Ligamentum laterale externum bei übermässiger Anspannung, welches *Barbier* (2) und *de Paoli* (27) untersucht haben an

Leichen durch Versuche über gewaltsame Redression des Genu valgum.

Barbier fand stets an Leichen von jugendlichen Individuen eine Ruptur in der Epiphysenlinie des Femur oder der Tibia; *de Paoli* nahm seine Versuche an Leichen von Kindern von 1—15 Jahren vor und fand im ersten Lebensdecennium meist Epiphysenlösungen meist des Femur mit mehr oder weniger ausgedehnter Fractur der Diaphyse; jenseits des zehnten Jahres fand er ausgedehnte Splitterfracturen und Periostablösungen, Dehnung und Zerreissung des Ligamentum externum.

Auch *Ollier* ([25b]) sagt auf Grund einer Reihe von Versuchen, dass bei normalen Individuen infolge forcirter Bewegungen in früher Jugend es häufig zu Epiphysenlösungen kommt; je weiter die Ossification auch der Epiphyse fortschreitet, desto häufiger würden die Störungen in der Epiphyse selbst; ist die Verknöcherung complet geworden, so gehörten die beschriebenen Alterationen des Knochengewebes zu den Ausnahmen, während die eigentlichen Distorsionen der Gelenke selbst in den Vordergrund träten.

Nach all' diesem steht es wohl ausser Zweifel, dass bei der gegebenen Gewalteinwirkung einer Abduction im kindlichen Alter unsere Verletzung kaum oder höchst selten vorkommt und dass an ihre Stelle eine Epiphysenlösung am untern Femurende tritt. Wollen wir eine ungefähre Grenze im Alter aufstellen, so können wir, *de Paoli* folgend, etwa das 10. Jahr als solche annehmen; diesseits desselben gehörte also unsere Verletzung zu den Ausnahmen, jenseits desselben zur Regel.

Warum nun in dem einen Fall das lange Band vom Femur, im andern Fall von der Tibia abgelöst wird, warum das kurze Band bald von seiner obern Insertion, bald vom Meniscus internus abreisst, ein ander Mal unverletzt bleibt, aber letzteren von der Tibia abhebt, dafür weiss ich keinen Grund anzugeben.

Dagegen glaube ich für die Mehrzahl der Fälle, in denen

sammt dem obern Bandende ein Knochenstück abgerissen wird, ein bestimmtes prädisponirendes, ätiologisches Moment in Anspruch nehmen zu dürfen, nämlich Sprödigkeit und Brüchigkeit der Knochen; diese Eigenschaft war auch jedesmal in denjenigen meiner Versuche nachzuweisen, in welchen die Verletzung durch die Abduction in der eben genannten Weise eintrat. Die Cohärenz zwischen Band und Knochen ist in solchen Fällen grösser, als die der Knochensubstanz selbst.

Unter den verschiedenen Abnormitäten des Knochengewebes, welche mit einer Knochenbrüchigkeit einhergehen, kommen als solche, welche die genannte Art unserer Verletzung bei der gegebenen Gewalteinwirkung begünstigen, in Betracht:

a) Atrophische Zustände der Knochen, wie man sie findet im hohen Alter — Senile Atrophie; ferner bei gewissen Erkrankungen des Centralnervensystems, z. B. bei Tabes dorsalis, progressiver Paralyse — Neurotische Atrophie.

b) die sog. idiopatische Osteopsathyrosis, bei welcher eine Rarificirung des Knochengewebes nicht vorhanden ist ([42] S. 738, 739, 742).

Von der **Symptomatologie** unserer Verletzung liefern die beiden hiesigen Fälle und die beschriebenen Versuche an der Leiche uns ein klares Bild.

Zunächst bieten sich uns ganz allgemein die Symptome einer Distorsion mit Bandzerreissung dar.

Die Verunglückten empfinden bei der Verletzung einen heftigen Schmerz, der so intensiv sein kann, dass Ohnmachtsanfälle vorkommen ([17a]) und stürzen haltlos zusammen, unfähig, das verletzte Bein als Stütze zu gebrauchen; aktive wie passive Bewegungen verursachen die heftigsten Schmerzen.

Kam die Verletzung zu Stande durch Sprung oder Fall

aus bedeutender Höhe, so können sich die Erscheinungen einer Commotio cerebri einmischen.

Was die objectiven Symptome betrifft, so kann man im Moment der Verletzung ein Krachen vernehmen.

Alsbald kommen die Erscheinungen eines Haemarthros und einer blutigen Infiltration des dem Kapselriss zunächst gelegenen periarticulären Gewebes zur Ausprägung; man sieht eine Anschwellung der Gelenkgegend, fühlt Fluctuation bei der Betastung, wenn die Menge des ergossenen Blutes nicht zu gering ist, und an der dem Kaspelriss entsprechenden Gegend fühlt man eine weiche, teigige Anschwellung.

Tritt die Ausfällung des Fibrins ein, so fühlt man bald Schneeballenknirschen.

Gesellt sich zum Hæmarthros ein Hydarthros, so fühlt man jetzt, falls vorher das Gelenk nicht völlig mit Blut angefüllt war, auf alle Fälle pralle Spannung der Gelenkkapsel, deutliche Fluctuation und kann das Tanzen der Patella nachweisen.

Als specielle Symptome unserer Verletzung des innern Kniegelenkbandes, hintern und event. auch vordern Kreuzbandes findet man starke Druckempfindlichkeit, besonders an der innern Seite des Gelenkes, wenn auch das ganze Gelenk auf Druck schmerzhaft sein kann.

Der Unterschenkel befindet sich zum Oberschenkel in Valgusstellung und lässt sich passiv gegen denselben abduciren und wieder in die normale Lage adduciren. Man fühlt dann bei der Abduction an der innern Seite des Gelenkes einen Spalt, der nach dem Grade des Aussenwinkels kleiner oder grösser ist; der Spalt kann jedoch infolge des Blutergusses schwer fühlbar sein, dagegen unter günstigen Umständen, wenn jede Anschwellung verschwunden ist, kann man denselben sogar sehen.

Je nach dem Grade unserer Verletzung nun zeigt sich die Grösse des Aussenwinkels und der Rotation des Unterschenkels verschieden.

1) Ist ausnahmsweise nur das innere Seitenband von der Verletzung betroffen, so lässt sich der Unterschenkel in exacter Streckung nicht abduciren, sondern nur, wenn er ein wenig zum Oberschenkel gebeugt worden ist; der erreichte Aussenwinkel ist dann aber nie kleiner als etwa 170^0; in rechtwinkliger Beugung ist Pronation wie Supination um etwa 5^0—10^0 vermehrt.

2) Ist ausser dem innern Seitenband das hintere Kreuzband verletzt in der Art, dass seine medialsten hintersten Fasern zerrissen oder von Femur oder Tibia abgerissen sind, so lässt sich der Unterschenkel in genauer Streckung abduciren soweit, dass der zwischen Ober- und Unterschenkel gebildete Aussenwinkel etwa zwischen 165^0 und 155^0 liegt. Die Rotation in rechtwinkliger Beugung ist vermehrt nach innen um etwa 10^0—15^0, nach aussen etwa um 10^0—25^0, so dass bei der Rotation nach innen der durch den innern Fussrand und die durch die Ferse gehende Sagittalebene gebildete Winkel als Maximum 25^0, der entsprechende bei der Rotation nach aussen gebildete Winkel als Maximum 35^0 beträgt; dabei ist jedoch zu bemerken, dass mit der Vermehrung der Rotation nach innen nicht eine proportionale Vermehrung der Rotation nach aussen stattfinden muss und umgekehrt; während die Supination z. B. nur um das Minimum vermehrt ist, kann die Pronation das angegebene Maximum erreichen und umgekehrt.

3) Hat ausser der eben (sub 2) erwähnten Verletzung noch eine Zerreissung des ganzen vorderen Kreuzbandes oder eine Abreissung desselben von Femur oder Tibia stattgefunden, so stösst man, wenn man den Unterschenkel in der Streckung ohne Anwendung von Gewalt abducirt, erst auf Widerstand, wenn der von Ober- und Unterschenkel gebildete Aussenwinkel einen Werth zwischen 155^0 und 140^0 erreicht.

In rechtwinkliger Beugung ist besonders die Ro-

tation nach aussen vermehrt, so dass der Winkel, welchen der innere Fussrand mit der durch die Ferse gehenden Sagittalebene nach aussen bildet, 50^0—80^0 beträgt, während der entsprechende Winkel bei der Rotation nach innen nur 20^0—35^0 beträgt.

4) Ist das innere Seitenband verletzt, ferner die mediale Hälfte des hintern wie vordern Kreuzbandes zerrissen oder von einer der Insertionen abgerissen, so findet man in rechtwinkliger Beugung des Kniegelenks die Rotation des Unterschenkels nach innen bedeutend vermehrt gegenüber der nach aussen; bei ersterer bildet der innere Fussrand mit der durch die Ferse gelegten Sagittalebene einen Winkel zwischen 30^0 und 50^0, bei letzterer einen Winkel zwischen 25^0 und 40^0; der von Ober- und Unterschenkel in der Streckung nach aussen gebildete Winkel liegt wie vorhin zwischen 155^0 und 140^0, wenn man den Unterschenkel ohne Anwendung von Gewalt so weit als möglich abducirt.

Bei diesen vier verschiedenen Graden unserer Verletzung lässt sich der Unterschenkel auch in der Streckung nach aussen wie nach innen rotiren, bald in Uebereinstimmung mit der Grösse, welche die Supination und Pronation in rechtwinkliger Beugung nach der betreffenden Verletzung erreicht hat, bald ohne alle Uebereinstimmung mit derselben.

Je nach der Art der Verletzung des innern Seitenbandes zeigen sich ebenfalls verschiedene Symptome:

Ist das lange Band von der Tibia abgelöst, so findet man der untern Insertion entsprechend eine weiche Anschwellung, herrührend von einem Bluterguss in den zerrissenen Schleimbeutel und das demselben nahe gelegene Bindegewebe.

Wenn Ablösung des langen oder kurzen Bandes oder beider Bänder von der obern Insertion eingetreten war, so findet man auf der Innenfläche des Condylus internus eine weiche Anschwellung infolge blutiger Infiltration des der obern Insertion benachbarten Bindegewebes.

Ist mit dem obern Bandende der Epicondylus internus oder ein Stück desselben abgerissen worden, so wird man abnorme Beweglichkeit des Knochenstückchens und Crepitation nachweisen können.

Die **Diagnose** unserer Verletzung lässt sich stellen aus der Genu-valgum-Stellung, aus der passiv möglichen ohne Gewalt ausführbaren Abduction des Unterschenkels gegen den Oberschenkel und aus der dabei auftretenden Diastase, dem an der Innenseite des Kniegelenks zwischen dem Condylus internus femoris und Condylus internus tibiæ fühlbaren Spalt.

Den Grad unserer Verletzung kann man leicht diagnosticiren:

Lassen sich die eben erwähnten Erscheinungen nicht in exacter Streckung nachweisen, sondern nur, wenn Ober- und Unterschenkel ein wenig zu einander gebeugt sind, ist ausserdem der durch möglichste Abduction ohne Gewalt erreichbare Aussenwinkel nicht kleiner als 170^0, so kann man schliessen, dass nur das innere Seitenband verletzt ist.

Lassen sich die erwähnten Erscheinungen bei genauer Streckung des Kniegelenks constatiren, so hat ausser der Seitenbandverletzung noch eine Kreuzbandverletzung stattgefunden; ob das hintere Kreuzband allein verletzt ist oder auch mit ihm das vordere Kreuzband, ob letzteres nur zum Theil oder ganz zerrissen wurde, lässt sich leicht aus der Grösse des Aussenwinkels und der Rotation des Unterschenkels nach innen und aussen in rechtwinkliger Beugung nach den oben in der Symptomatologie angegebenen Zahlen und Verhältnissen bestimmen.

Schwieriger ist die Diagnose der Art der Verletzung des innern Seitenbandes selbst.

In den Punkten, in welchen sich aus dem objektiven Befund keine stricten Beweise liefern lassen für die eine oder andere Art der Verletzung, will ich zur Unterstützung

einer Wahrscheinlichkeitsdiagnose mich an die angestellten Versuche halten.

Eine Anschwellung in der Gegend der untern Insertion des langen Bandes weist auf eine Ablösung desselben von der Tibia hin; würde sich gleichzeitig eine weiche Anschwellung auf der Innenfläche des Condylus internus femoris finden, so liesse sich eine Ablösung des kurzen Bandes vom Femur diagnosticiren. Fehlt diese, so ist das kurze Band vom Meniscus internus getrennt oder selbst unverletzt geblieben, hat es den letztern von der Tibia abgehoben und zwischen ihm und dieser einen Kapselriss gesetzt; die letztere Annahme wird durch Versuch 2, 3, 5 wahrscheinlicher gemacht.

Eine weiche Anschwellung auf der Innenfläche des Condylus internus femoris kann, falls man durch dieselbe hindurch nicht ein loses Knochenstückchen fühlt, von einer Ablösung des langen oder kurzen Bandes oder beider Bänder vom Femur herrühren; da aber in keinem der Versuche das kurze Band von der obern Insertion abgerissen wurde, ausser wenn zugleich ein Knochenstück mit heruntergerissen wurde, so lässt sich mit Wahrscheinlichkeit annehmen, dass die betreffende weiche Anschwellung auf dem Epicondylus internus nur von einer Abreissung des langen Bandes vom Femur herrührt; das kurze Band ist dann entweder vom Meniscus internus abgerissen wie im Versuch 1, 8, oder selbst unverletzt geblieben hat es den letzteren von der Tibia abgehoben.

Fühlt man an der Innenfläche des Condylus internus ein bewegliches Knochenstückchen, so könnte auf demselben das obere Ende des langen und kurzen Bandes oder nur eines von beiden sitzen; dafür liesse sich vielleicht aus der Grösse und Lage des Knochenstückchens eine Entscheidung treffen. Nach den Versuchen 4, 7, 9, 10 darf man wohl annehmen, dass an dem abgesprengten Knochenstückchen das obere Ende des langen wie kurzen Bandes haftet.

Sind nun alle diese besprochenen Möglichkeiten ausge-

schlossen, dann kann man per exclusionem eine Zerreissung des langen Bandes im Verlauf diagnosticiren; dabei lässt sich natürlich wieder nicht entscheiden, ob das kurze Band vom Meniscus internus abgerissen ist oder letzteren von der Tibia abgehoben hat.

Als unterstützendes Moment für die Diagnose all dieser Eventualitäten kann man auch die Schmerzhaftigkeit verwerthen, die auf Druck besonders stark da sein wird, wo die Verletzung des Bandes stattgefunden hat, ja sie wird manchmal im Stande sein, die Diagnose auf die richtige Bahn zu leiten.

Anschliessend an die bisherigen Ergebnisse glaube ich, die Diagnose der beiden hier beobachteten Fälle ergänzen zu dürfen.

Ueber die Art der Verletzung des innern Seitenbandes kann ich keine Vermuthungen mehr aussprechen.

Dagegen was den Grad und die Intensität der stattgehabten Verletzung betrifft, so nehme ich an, dass bei dem alten Falle ausser der Seitenbandverletzung eine Zerreissung oder Abreissung des medialsten hintersten Theiles des hintern Kreuzbandes sowie des ganzen vordern Kreuzbandes stattgefunden hat. Diese Verletzung lässt sich jetzt noch in ihren traurigen Folgen der Nichtheilung nachweisen. Das innere Seitenband scheint damals nach Abnahme des zweiten Gypsverbandes geheilt gewesen zu sein, nicht aber die Kreuzbänder; da aber das innere Seitenband allein zu schwach ist, um einer Einwärtsbiegung des Kniegelenks Widerstand zu leisten, zu welcher letzteres um so leichter tendirt, wenn das innere Seitenband mit Erschlaffung geheilt ist, so wurde dasselbe allmählich gedehnt und die jetzt bestehende Genu-valgum-Stellung erreicht; damit stimmt ja auch die Angabe des Patienten, dass er bemerkt habe, wie nach der Abnahme des Gypsverbandes, als er begann, seine verletzte Extremität, sich stützend auf Stöcke, wieder zum Gehen zu gebrauchen, sein Bein krumm wurde.

Die Verletzung kann man auch jetst noch nachweisen aus dem Aussenwinkel, der bei möglichster Abduction des Unterschenkels in der Streckung ohne Anwendung von Gewalt 147° etwa beträgt, sowie aus der starken Rotation des Unterschenkels nach aussen, die man in rechtwinkliger Beugung soweit ausführen kann, dass der von dem innern Fussrand und der durch die Ferse gelegten Sagittalebene gebildete Winkel 80° beträgt.

Was den neueren Fall betrifft, so glaube ich annehmen zu dürfen, dass ausser der Seitenbandverletzung der medialste hinterste Theil des hintern Kreuzbandes eine Continuitätstrennung erfahren hat; dies kann ich nur schliessen aus dem Aussenwinkel, der bei möglichster Abduction etwa 158° betragen haben mag; die Grösse dieses Winkels ist in der Krankengeschichte nicht angegeben, entspricht aber dem Umstand, dass sich der Fuss aus der Mittelstellung durch Abduction des Unterschenkels um 8—10 cm nach aussen führen liess.

Wenn, wie *Seydel* berichtet, in dem *Nussbaum*'schen Falle der Unterschenkel zur Axe des Oberschenkels in einem Winkel von 40° gestanden, der Aussenwinkel also etwa 140° betragen hat, so kann man mit Sicherheit behaupten, dass hier ausser dem innern Seitenband der mediale Theil des hintern Kreuzbandes und ein Theil oder das ganze vordere Kreuzband eine Zerreissung oder Ablösung von einer Ansatzstelle erlitten haben.

Auch in dem *Ertl*'schen Falle scheint eine Kreuzbandverletzung mit stattgefunden zu haben, da angegeben wird, dass das Kniegelenk bei einem Gehversuch eine starke Neigung nach innen zu biegen zeigte. Da aber der relative Begriff »stark« keine Angabe über die Grösse des Aussenwinkels gibt, so bleibt es dahingestellt, ob das hintere Kreuzband allein oder auch das vordere mit verletzt wurde.

Aus den Angaben über *Boeckel's* Fall lässt sich kein Schluss mehr ziehen auf den Grad der stattgehabten Verletzung.

In differentialdiagnostischer Beziehung sind zwei Formen von Genu valgum traumaticum zu beachten, die Compressionsfractur des äussern Tibiacondylus und die Fractur des äussern Femurcondylus.

Bei diesen beiden Verletzungen findet man also ebenfalls eine Genu-valgum-Stellung, ferner eine abnorme, seitliche Beweglichkeit im Kniegelenk; dagegen ist die grösste Druckempfindlichkeit an der Aussenseite des Knies vorhanden, und wenn eine Diastase nachzuweisen ist, so findet man auch sie an der Aussenseite des Knies und zwar dann, wenn man den Unterschenkel aus der Abductionsstellung in seine normale Lage überführt.

Ferner wird sich analog den von *Wagner* für die Compressionsfractur des innern Tibiacondylus angegebenen Erscheinungen ([37] S. 331 und 332) bei der Compressionsfractur des äussern Tibiacondylus dessen Rand entsprechend eine Verdickung und Wulstung nachweisen lassen. Bei der Fractur des äussern Femurcondylus wird man Crepitation und abnorme Beweglichkeit des abgesprengten Condylus konstatiren können, Symptome, welche die genannten fraglichen beiden Verletzungen hinlänglich von unserer Verletzung unterscheiden.

Ueberblicken wir nun, zur **Prognose** übergehend, das Heilungsresultat der zusammengestellten Fälle, so entrollt sich unsern Augen ein trostloses Bild. Unter fünf Fällen trat viermal keine Wiederherstellung der Funktion ein, jedesmal blieb eine mehr oder minder hochgradige seitliche Beweglichkeit im Kniegelenk zurück. (Der *Nussbaum*'sche Fall ist für die Prognose nicht zu verwerthen, weil die Verletzung selbst keiner direkten Behandlung unterworfen wurde; ob das in dem einen von *Boeckel's* Fällen erreichte, der Angabe nach günstige Heilungsresultat als solches unanfechtbar hinzunehmen ist, soll später geprüft werden.)

Eine Analogie zu unserer Verletzung bildet die durch

gewaltsame Adduction hervorgerufene Verletzung des Kniegelenkbandapparates, wie dieselbe als eine Methode behufs rascher Redression des Genu valgum staticum ausgebildet wurde; ihre Resultate sind ja auch zum grössten Theil schlechte, wie z. B. die von *Mikulicz* (l. c. S. 735—738) angegebenen in dieser Weise behandelten Fälle beweisen, indem meist ein schlotterndes, seitliche Bewegungen gestattendes Kniegelenk in der Folge zurückblieb.

Für das ungünstige Heilungsresultat unserer Verletzung glaube ich die Hauptschuld der Kreuzbandverletzung beimessen zu dürfen, einer, wie *Pitha* ([29] S. 255) sagt, »höchst schlimmen Verletzung, die schwer oder gar nicht heilt, jedenfalls den Verletzten Jahre lang zum Krüppel macht.« Die Prognose wird daher um so ungünstiger sich stellen lassen, je schwerer die Kreuzbänder von der Verletzung betroffen wurden.

Die ungenügende oder Nicht-Wiederherstellung der verletzten Kreuzbänder hat ihre Ursache vielleicht in folgenden Momenten:

Einmal kann, zumal wenn die Continuitätstrennung ein ganzes Kreuzband betroffen hat, eine so starke Dislocation der getrennten Theile eintreten, dass die Vereinigung der beiden Stümpfe oder das Wiederanwachsen eines von seiner Insertionsstelle abgerissenen Kreuzbandes vollständig verhindert ist. Das wird z. B. regelmässig der Fall sein, wenn das vordere Kreuzband vom Femur abgerissen wird, indem das seine obere Fixation verlierende Band nach unten fällt.

Ferner wird, wenn eine Vereinigung der getrennten Theile durch neues Gewebe stattfindet, dieselbe wohl immer in Dislocation eintreten und es ist sehr fraglich, ob das die Diastase im Band ausfüllende Gewebe genügend schrumpft, um die getrennten Theile wieder so zu adaptiren, dass sie ihren früheren Spannungsgrad wieder erlangen und ob es ebenso stark sein wird als das Bandgewebe selbst, um nicht bei der Function der Kreuzbänder wieder gedehnt zu werden.

Aber auch das Heilungsresultat der Seitenbandverletzung lässt zu wünschen übrig; da das lange innere Seitenband normaler Weise in jeder Lage des Kniegelenks gespannt ist, so wird eine Dislokation seiner durch die Verletzung betroffenen Theile eintreten müssen, wesshalb auch nach der Heilung eine Erschlaffung des Bandes sich zeigen wird.

Ist das obere oder untere Bandende abgerissen, so findet Dislocation nach unten resp. nach oben statt und das Band wird nicht an seiner normalen Insertionsstelle anwachsen; nach Zerreissung im Verlaufe des Bandes tritt ein Auseinanderweichen der Stümpfe ein; daher wird in all diesen Fällen eine Schlaffheit des Bandes zurückbleiben.

Was die Festigkeit der Verheilung der getrennten Theile betrifft, so bietet eine günstige Chance unter Umständen die Abreissung des obern Bandendes sammt dem Epicondylus, wenn eine gute Reposition und Retention desselben möglich war und eine knöcherne Vereinigung mit dem Condylus internus eingetreten ist; dann kann sogar das Band seinen normalen Spannungsgrad behalten.

Ist das untere Bandende von der Tibia abgerissen, so kann, da regelmässig das unter ihm gelegene Periost mitverletzt wird, das letztere infolge des traumatischen Reizes zu Knochenbildung angeregt werden, welche das untere Bandende in seiner Dislokation nach oben mit der Tibia vereinigt.

Ob die gleiche Art der Verheilung bei einer Ablösung des Bandes von der obern Insertion möglich ist, muss ich dahin gestellt sein lassen; denn hier gehört das gleichzeitig mit dem Band abgerissene Periost der Epiphyse an und wenn die von *Bidder* (5) bewiesene Thatsache, dass das Periost der obern Tibiaepiphyse einer osteogenen Schicht entbehrt, auch für das Periost der untern Femurepiphyse gültig ist, so kann eine knöcherne Vereinigung zwischen Band und Epicondylus in keinem Fall eintreten, sondern immer nur eine fibröse.

Nach einer Zerreissung des Bandes im Verlaufe werden wohl die beiden Stümpfe, wenn ihre Diastase nicht zu

gross ist, durch fibröses Bindegewebe verbunden werden; klaffen die Rissenden aber bedeutend oder ist gleichzeitig in ihrer Nähe die Kapsel eingerissen, so kann eine Vereinigung der getrennten Bandtheile ganz ausbleiben und die Rissenden mit der Kapsel verwachsen. Diese Fälle bieten natürlich die schlechteste Prognose, da bei event. gleichzeitiger Kreuzbandverletzung dann ausser der schwachen Kapsel keine Kraft mehr da ist, welche einer Einwärtsbiegung des Kniegelenks entgegenwirkt.

Gehen wir nach diesen Erwägungen zur Betrachtung des Heilungsresultates der zusammengestellten Fälle über, so habe ich von unserm alten Fall schon erwähnt, dass sich jetzt noch die Verletzung in ihrem vollen Umfang nachweisen lässt; es kann nur das innere Seitenband mit Erschlaffung geheilt gewesen sein und, da die Kreuzbandverletzung nicht ausgeglichen war, war dasselbe zu schwach und wurde gedehnt soweit, bis der jetzt nachweisbare Aussenwinkel erreicht wurde.

Auch in unserm neuen Fall liess sich aus der noch möglichen Abduction constatiren, dass der Schaden, den die Kreuzbandverletzung gebracht hat, nicht wieder gut gemacht worden ist; dass aber der Aussenwinkel nicht mehr die Grösse besass, wie gleich nach der Verletzung, sondern nur mehr etwa 168°, beweist, dass das innere Seitenband mit Erschlaffung geheilt ist.

In dem *Ertl*'schen Fall war weder der Schaden der Kreuzbandverletzung, noch der der Seitenbandzerreissung einigermassen reparirt, da nach Abnahme des letzten Verbandes das Knie sich bei einem Gehversuch ebenso stark nach einwärts bog wie drei Wochen zuvor, als dieser Verband angelegt wurde. Dass aber während der vorhergehenden sechswöchentlichen Immobilisation die Verletzung des Kniegelenkbandapparates noch um keine Spur gebessert worden war, hatte seinen Grund in dem fortwährenden Bestehen eines Kniegelenkergusses, welcher sechs Wochen

nach der Verletzung sich noch fand und erst unter dem letzten Verband zur Resorption gelangte.

Was das in *Boeckel's* Fall angegebene günstige Resultat betrifft, so ist dies keineswegs als massgebend anzusehen. Durch die während sechs Wochen eingehaltene rechtwinklige Beugelage konnte erzielt werden unter Umständen eine gute Adaptirung etwa getrennter Theile des vordern Kreuzbandes (denn dies ist normaler Weise in rechtwinkliger Beugung erschlafft), ferner eine volle Wiederherstellung des kurzen Seitenbandes (dies ist ja auch normaler Weise in rechtwinkliger Beugung mit starker Faltenbildung erschlafft), ferner eine gute Heilung der dem kurzen Band entsprechenden zerrissenen Kapseltheile.

Wie aber, wenn ein Gelenk lange Zeit in einer Stellung immobilisirt wird, die in dieser Stellung erschlafften Gelenkbänder und Kapseltheile schrumpfen, zumal nach einer Gelenkentzündung, die nach keinem Gelenktrauma fehlt, beweisen die so häufig nach Distorsionen zurückbleibenden Gelenksteifigkeiten; so können hier das kurze innere Seitenband und die hintere Hälfte der Kapsel verkürzt worden sein; dies sind Momente, welche zugleich erklären, warum nach Abnahme des Verbandes die Extension behindert war.

Ungünstig oder nicht günstiger gegenüber der Strecklage war die Fixation in rechtwinkliger Beugung für die Anheilung des langen innern Seitenbandes an seiner normalen Insertionsstelle (denn das lange Band ist in unverletztem Zustand in der Beugung nicht erschlafft, wie vielleicht *Boeckel* vorausgesetzt hat).

Ebenso konnten die Rissenden des medialen hintern Theils des hintern Kreuzbandes durch die rechtwinklige Beugung nicht adaptirt werden, da dieser Theil in unversehrtem Zustand bei rechtwinkliger Beugung im Kniegelenk gespannt ist.

Der einzige Widerstand gegen eine seitliche Beweglichkeit im Kniegelenk konnte also nur geboten werden durch das kurze innere Seitenband und die hintere Kapselhälfte,

welche beide bei möglichst grosser Streckung, soweit sich dieselbe infolge ihrer Schrumpfung vorläufig ausführen liess, straff angespannt wurden; ob diese Kräfte ausreichend waren eine Einwärtsbiegung des dem gewöhnlichen Gebrauche übergebenen Kniegelenks für immer zu verhüten, möchte ich sehr bezweifeln; das kurze Band wie die Kapsel an der innern Seite sind in der Folge wohl soweit gedehnt worden, bis derjenige Grad der Abduction erreicht wurde, welchen der nach der Verletzung zurückgebliebene Zustand der Kreuzbänder erlaubte.

In *Boeckel's* Fall ist nur der Erfolg der Therapie nach Abnahme des Verbandes zur Zeit der Entlassung des Patienten als günstig gerühmt, wie sich derselbe nach der Entlassung gestaltet hat, wird nicht berichtet; da nun der einzige Maassstab für die Beurtheilung des Heilungsresultates fehlt, so ist der *Boeckel*'sche Fall auch nicht geeignet, die Prognose unserer Verletzung, selbst wenn die gleiche Therapie angewendet würde, als eine bessere erscheinen zu lassen.

Um nun die Prognose kurz auszusprechen, möchte ich dieselbe dahin formuliren:

Quoad vitam ist die Prognose unserer Verletzung eine günstige, wenn es sich um sonst gesunde Individuen handelt, dagegen quoad functionem eine verschiedene je nach dem Gradé der Verletzung:

Ist günstigsten Falls nur das innere Seitenband verletzt, so ist die Prognose unter der später zu erwähnenden Therapie vielleicht eine durchaus gute; auch wenn nach der Heilung eine Schlaffheit des Bandes zurückbleibt, noch keine dubiöse, da die Hauptfactoren, welche eine Einwärtsbiegung des Kniegelenks verhindern, die Kreuzbänder, erhalten sind.

Wenn aber diese von der Verletzung mitbetroffen wurden, so ist die Prognose für die Wiederherstellung der Function eine höchst dubiöse.

Indem wir uns jetzt zur Betrachtung des weiteren **Verlaufes** und der **Folgen** unserer Verletzung wenden, die vorzugsweise durch die gestörte Function des Kniegelenkbandapparates bedingt sind, so bietet uns unser alter Fall eine Reihe von wichtigen Anhaltspunkten.

Er zeigt uns, wie zeitlebens eine Abductionsstellung des Unterschenkels zurückbleibt, ein seitliche Bewegungen gestattendes Schlottergelenk.

Da aber das Schlottergelenk durch Aufhebung des normalen Gelenkmechanismus den Gelenkflächen einen veränderten, abnormen Gebrauch aufbürdet, indem die äussern Condylen des Femur und der Tibia beim Gehen und Stehen mehr belastet, die innern Condylen entlastet werden und ausserdem die regelmässige normale Abwicklung der Gelenkflächen bei Bewegungen im Kniegelenk gestört ist, so ist es kein Wunder, dass das Gelenk mit einer Arthritis deformans antwortet; wird dieselbe ja auch im Gefolge des Genu valgum staticum beobachtet ([24] S. 609 und [17b] S. 497), wo dieselbe, da der Gelenkmechanismus unversehrt ist, sich nur auf die veränderte Belastung der äussern und innern Condylen zurückführen lässt.

Obige Erklärung ist, glaube ich, gestützt durch die Ansicht von *Weichselbaum* ([40]), der die Arthritis deformans mit den senilen Veränderungen der Gelenke, was die Art des pathologisch-anatomischen Vorgangs betrifft, identificirt; wenn man nun die senilen Veränderungen an den Gelenken als eine Involutionskrankheit, als die Folgen der Abnützung während des Lebens betrachten darf, so darf man auch die Arthritis deformans, welche nach unserer Verletzung auftritt, als die Folge einer schnelleren Abnützung des Gelenkes infolge eines abnormen Gebrauches auffassen.

Die arthritischen Veränderungen scheinen vorzugsweise die innere Hälfte des Gelenkes befallen zu haben, weil sie ja besonders ihrer normalen Function beraubt ist.

Die Arthritis deformans hat einen enorm chronischen

Verlauf, wie *Volkmann* ([36a] S. 569) sagt; wann sie in unserm Fall eingesetzt hat, lässt sich nicht bestimmen, da ihr Bestehen erst constatirt werden kann, wenn irgend welche Erscheinungen der Deformation sich zeigen oder Crepitation bei Bewegungen im Gelenk nachzuweisen ist. Wenn auch Patient angibt, »ein Stärkerwerden des rechten Knies«, die Verdickung des Condylus internus femoris seit etwa acht Jahren bemerkt zu haben, so ist der Beginn der Arthritis deformans doch noch weiter zurückzuverlegen.

Ferner zeigt unser alter Fall eine interessante Folgeerscheinung, nämlich ein Tieferstehen der untern Gelenkfläche des Condylus internus des rechten Femur um etwa 2,5 cm gegenüber den untern Gelenkflächen der übrigen Condylen des linken und rechten Femur; dies Verhalten kann verursacht sein durch stärkeres Wachsthum des Condyls selbst oder durch stärkeres Wachsthum an der Epiphysenlinie gegen die Diaphyse an der innern Seite, wie es beim Genu valgum staticum beobachtet wird, oder durch beide Momente. Die Verletzung war ja in einem Alter zu Stande gekommen, in welchem das Knochenwachsthum der Epiphyse wie der Diaphyse des Femur noch nicht abgeschlossen ist; nach *Kölliker* ([16] S. 231) tritt die knöcherne Vereinigung der untern Femurepiphyse mit der Diaphyse erst im Alter zwischen 17 und 24 Jahren ein.

Es liesse sich einwenden, die Ursache seien arthritische Processe, Vergrösserung des Condylus internus nach unten, aber selbst wenn man der Arthritis deformans einen Antheil zuerkennt, so kann derselbe höchstens 1 cm ausmachen, so viel, als die Vergrösserung der rechten Condylus internus femoris von oben nach unten gegenüber dem linken beträgt; dann bleiben immer noch 1,5 cm, die auf Rechnung einer Verlängerung des untern Dyaphysenendes auf der innern Seite zu setzen sind.

Die Ursache für dies vermehrte Knochenwachsthum an der innern Hälfte des untern Femurendes beruht wie beim Genu valgum staticum auf der Druckentlastung des innern

Femurcondylus; es ist eine bekannte Thatsache, dass während der Wachsthumsperiode mit dem Aufhören des normalen physiologischen Druckes vermehrtes Knochenwachsthum eintritt; ganz constant ist z. B. die Prominenz des Zwischenkiefers bei doppelseitiger Kiefergaumenspalte, ferner Verkleinerung der knöchernen Augenhöhle nach Enucleatio bulbi infolge Annäherung der obern und untern Augenhöhlenwand.

Volkmann ([36a] S. 351) citirt als Beispiel vermehrtes Längenwachsthum des Radius nach Luxation desselben von der Rotula humeri.

Auch *Seeligmüller's* Beobachtung ([33]) über Elongation der Knochen an gelähmten Extremitäten ist hierher zu beziehen. Als Grund gibt er S. 467 an, dass an einer durch spinale Kinderlähmung total gelähmten Unterextremität der Bandapparat in einem solchen Grade erschlafft sei, dass die Epiphysen sich gegenseitig nicht den normalen Wachsthumswiderstand entgegensetzen können; als analoges Beispiel erwähnt er unter andern S. 468 »das abnorme Wachsthum des in der Kindheit durch Luxation freigewordenen Endes der Clavicula.«

Ausser der Verminderung oder Aufhebung des physiologischen Druckes wirkte wohl noch ein Umstand mit zur abnormen Verlängerung der innern Hälfte des untern Femurendes, nämlich ein auf dasselbe ausgeübter Zug.

Infolge des zurückgebliebenen Schlottergelenkes wurde bei jedem Schritt und Tritt das verletzte Bein möglichst abducirt, dadurch das schlaffe innere Seitenband und die Kapsel möglichst angespannt und gezerrt. Der Zug betraf zunächst zufolge des obern Ansatzes des Bandes und der Kapsel die Epiphyse, den Condylus internus, wurde durch denselben aber auch vermittelt und übertragen auf den innern Theil der Epiphysenlinie, so dass diese durch diesen Reiz zu vermehrter Zellenproduction angeregt werden konnte und daraus ein vermehrter Knochenansatz an die Diaphyse von der innern Hälfte der Epiphysenlinie her resultirte.

Die Wichtigkeit der Thatsache, dass das Längenwachsthum der Knochen durch Dehnung gesteigert werden kann, erkennt ausdrücklich *v. Langenbeck* [19] an und indem er räth, zur Herbeiführung einer Verlängerung die Extension und Contraextension auf beide Epiphysen des Knochens allein einwirken zu lassen und die Gelenke möglichst auszuschliessen, gibt er damit zu, dass der durch den Zug auf die Epiphysenlinie ausgeübte Reiz die Verlängerung hervorruft.

Will man sich auf den teleologischen Standpunkt stellen, so kann man ein Bestreben der Natur annehmen, welches den im Gelenk durch Abduction an seiner innern Hälfte entstehenden Hohlraum durch Knochensubstanz auszufüllen sucht.

Nun noch die Frage: Wird ein Tieferstehen der untern Gelenkfläche des innern Femurcondylus immer die Folge unserer Verletzung im Falle der Nicht-Heilung sein? Ich glaube diese Frage immer mit ja beantworten zu müssen, so lange die Verletzung in einem Alter vorkommt, in welchem die Verschmelzung der untern Epiphyse mit der Diaphyse des Femur noch nicht eingetreten ist, also unter Umständen bis zu einem Alter von 24 Jahren, mit nein, sowie das Knochenwachsthum beendigt ist. Der erste Theil dieser Annahme wird auch unterstützt durch den von *Seydel* veröffentlichten Fall; wenn *v. Nussbaum* hier die *Ogston*'sche Operation ausgeführt hat, so musste auch die anatomische Grundlage für dieselbe gegeben sein, nämlich ein Tieferstehen der untern Gelenkfläche des innern Femurcondylus; dieses Verhalten kann sich aber nur nach der Verletzung ausgebildet haben; denn in der Krankengeschichte ist nichts davon erwähnt, dass schon vor der Verletzung ein Genu valgum bestanden hätte.

Unser Fall zeigt wie den mit dem Genu valgum staticum übereinstimmenden Tiefstand des Condylus internus femoris, so auch das Verschwinden der Difformität in der Beugung; zwar ist der Condylus internus rechts von vorn

nach hinten 1 cm grösser als links; aber auch der rechte äussere Femurcondylus ist von vorn nach hinten 1 cm grösser als der linke, so dass die Erklärung des Verschwindens der Difformität in der Beugung ebenso wie beim Genu valgum staticum, welches auf einem Tiefstand des Condylus internus femoris beruht, zu geben ist.

Die verschiedenen Ansichten von *Hüter, Mikulicz, Pallosson* und anderen Autoren über das Verschwinden der Difformität in der Beugung will ich hier nicht wiedergeben, sondern nur erwähnen, wie ich mir diese Thatsache nach unserm Falle erkläre:

Zur Veranschaulichung stellte ich mir ein Modell her: an einem kleinen Charniere brachte ich an jeder Hälfte einen kleinen Arm an in Form eines dünnen Holzstäbchens, den einen unter einem rechten Winkel, den andern unter einem Winkel von 70° zur Drehungsachse des Charniers; die beiden Arme sollten mir die Achsen des Unter- resp. Oberschenkels darstellen; den letzteren Arm brachte ich in der Sagittalebene in die Horizontallinie und beugte nun den andern Arm; derselbe näherte sich immer mehr der Sagittalebene und fiel in dieselbe, als beide Stäbchen in einem Winkel von 80° zu einander gebeugt waren, bei weiterer Beugung jenseits derselben. Solange der den Unterschenkel vorstellende Arm diesseits der Sagittalebene sich befand, konnte man durch eine Rotation des Oberschenkelarms nach aussen um dessen Achse das andere Stäbchen in die gleiche Sagittalebene mit dem ersteren bringen; dasselbe erreichte man durch eine Rotation nach innen, nachdem das den Unterschenkel darstellende Stäbchen die durch das andere gehende Sagittalebene überschritten hatte.

Beim Genu valgum verhält sich nun die Sache gerade so: bei einem bestimmten Beugungswinkel werden Ober- und Unterschenkelaxe in die gleiche Sagittalebene fallen, dann ist die Difformität wirklich beseitigt; bei einem kleineren und grösseren Beugungswinkel fällt die Achse des Unter-

†

schenkels diesseits oder jenseits der durch die Oberschenkelaxe gehenden Sagittalebene; dass aber trotzdem das Abweichen des Unterschenkels nicht auffällt, hat vielleicht folgenden Grund: Es können Ober- und Unterschenkelaxe in die gleiche Sagittalebene gebracht werden durch eine Rotation im Hüftgelenk nach aussen resp. nach innen; aber auch, wenn diese nicht ausgeführt ist, scheint die Difformität verschwunden und zwar deshalb, weil das beobachtende Auge sich täuschen lässt.

Ein Genu valgum fällt deshalb so scharf in die Augen, weil der von Ober- und Unterschenkel gebildete Aussenwinkel in der Frontalebene liegt. Sowie der Unterschenkel gebeugt wird, erscheint der Winkel nicht mehr in der Frontalebene, sondern in einer Ebene, die mit der Sagittalebene einen spitzen Winkel nach aussen oder innen bildet je nach dem Grade der Beugung (abgesehen von dem Fall, wo Ober- und Unterschenkelaxe in der Sagittalebene liegen). Indem diese Ebene eine ähnliche von vorn nach hinten gehende Richtung wie die Sagittalebene hat, wird die Täuschung veranlasst.

Das Auge lässt sich aber in noch einem Punkte trügen: indem es Ober- und Unterschenkel als solche, als Körper betrachtet, übersieht es die genaue Lage ihrer Axen.

Nachtheile und Beschwerden, welche ein Genu valgum mit sich bringt, finden sich bei unserm Patienten nicht. Es hat sich kein compensirendes Genu varum der andern Seite entwickelt, kein Pes varus, kein Pes planus der verletzten Extremität; merkwürdig ist, dass Patient nicht einmal über herabgesetzte Leistungsfähigkeit klagte; er konnte seinen gerade nicht leichten Beruf als Zimmermann ungestört ausüben; ja nicht einmal im Gehen ist er genirt, seine Kniee stossen nicht aneinander.

Ferner können im Gefolge unserer Verletzung Muskelatrophien auftreten.

In unserm Fall misst der rechte Oberschenkel an seiner grössten Circumferenz im obern Drittel 3 cm weniger als

der linke; dass die Atrophie vorzugsweise oder allein dem Musculus quadriceps zukommt, lässt sich daraus entscheiden, dass er sich gegenüber dem Quadriceps der andern Seite weich, schlaff und dünn anfühlt, während die Musculatur an der hintern Seite des rechten Oberschenkels sich ebenso fest und stark anfühlt wie linkerseits.

Was die Erklärung dieser Atrophie betrifft, so könnte ihre directe Ursache in der Verletzung des Kniegelenks selbst liegen; es sind ja schon Fälle genug von Kniegelenkstraumen beobachtet worden, in welchen eine Atrophie des Quadriceps bald, unter Umständen schon nach 24 Stunden [*Petrone* (28)] eingetreten ist. Diese Atrophieen sind zuerst von *Darde* (10) und *Valtat* (34) beschrieben und ihr rasches Eintreten wie Reflexerscheinungen gedeutet worden. Auch *Féré* (11), der über einen Fall von Atrophie des Quadriceps nach einer Kniegelenkscontusion berichtet, nimmt zur Erklärung eine secundäre Rückenmarksaffection an.

Die Atrophie könnte auch Folge einer gleichzeitigen Verletzung des Muskels selbst sein. *Lücke* (21c) erwähnt solche Atrophieen des Quadriceps infolge Zerrung des Muskels bei Sprung, Stoss oder Fall auf das Kniegelenk.

Indess ob unsere Quadriceps-Atrophie unter eine der beiden genannten Arten von Atrophie einzureihen ist, scheint mir zweifelhaft; wenn die Atrophie wirklich gleich nach unserer Verletzung eingetreten sein sollte, so hätte sie, da keine Therapie gegen dieselbe eingeleitet worden war, im Gegentheil dieselbe infolge der langen Immobilisation des Beines vernachlässigt und missachtet wurde, einen viel schlimmeren Verlauf nehmen müssen, wie der Beschreibung der genannten Autoren zu entnehmen ist; zum mindesten wäre, da auch nach Abnahme des Verbandes keine Behandlung gegen dieselbe angewendet wurde, für die Zukunft eine merkliche Schwäche des rechten Beines zurückgeblieben; über eine solche hatte aber Patient nie zu klagen.

Am wahrscheinlichsten liegt in unserm Fall eine Inactivitätsatrophie vor infolge der langen Immobilisation

des verletzten Beines. Merkwürdig ist allerdings, dass der Quadriceps ganz allein gegenüber den vielen andern Muskeln des rechten Beines, die ebenso der Inactivität preisgegeben waren und jetzt keine Spur von Atrophie mehr zeigen, seine Atrophie bewahrt hat.

Gosselin [*Bruns* (8 S. 257)] hat ja auch Fälle beschrieben, in denen die nach Fracturen aufgetretenen Inactivitätsatrophieen Jahre lang, ja sogar zeitlebens nicht vollkommen verschwanden.

Der Quadriceps scheint von der Atrophie ganz besonders bevorzugt zu werden, wie es auch die beiden oben genannten Arten von Atrophie zeigen. Warum reagiren nach einem Kniegelenkstrauma nicht auch die Muskeln an der hintern Seite des Oberschenkels, nicht die des Unterschenkels mit Atrophie in der Weise wie der vierköpfige Strecker des Unterschenkels? Dies eigenartige Verhalten des Quadriceps, das rasche Anheimfallen einer Atrophie einerseits, die schwere Erholung von derselben andererseits, mag vielleicht mit seinen Grund haben in der von *Fischer* (*Lücke* 21d) gefundenen Thatsache, dass die Extensoren spärlicher mit Blutgefässen versorgt sind als die Flexoren, und in der von *Grützner* nachgewiesenen rascheren Ermüdung der Extensoren auf electrische Reize gegenüber den Flexoren.

Wie nach jeder Distorsion, so kann auch nach unserer Verletzung ein chronischer Hydarthros zurückbleiben. (36a S. 623, 20b S. 136.)

Als seltene Ausnahme mag wohl auch eine acute Vereiterung des Kniegelenks eintreten. (36a S. 624.)

Auch kann unserer Verletzung Tuberculose des Kniegelenks folgen, deren Entstehung, wie *Volkmann* (36d S. 108) sagt, auf leichte Traumen, wie Contusionen, Distorsionen, meist zurückzuführen ist; freilich wird es sich meist um Individuen handeln, »die selbst tuberculös oder scrophulös sind, oder aus Familien stammen, in denen diese Krankheiten hereditär sind.« (36a S. 624.)

Noch will ich der Verlängerung des rechten Unter-

schenkels in unserm Fall gedenken, welche sicher in keiner Beziehung zu unserer beschriebenen Verletzung steht. Die Tibia und Fibula sind auf der rechten Seite 1,5 cm länger als auf der linken Seite. Diese Verlängerung ist unstreitig zurückzuführen auf die stattgefundene Fractura cruris.

Liegen über derartige Fälle von Verlängerungen der Knochen nach Fracturen im jugendlichen Alter nur spärliche Beobachtungen vor, so ist doch, glaube ich, an der Wahrheit dieser Thatsache nicht zu rütteln; so gut entzündliche Reize an der Diaphyse im Kindesalter eine Steigerung des Längenwachsthums fertig bringen, warum sollte nicht auch ein traumatischer Reiz dieselbe Wirkung hervorrufen können? Zudem hat auch das Thierexperiment, ausgeführt von *Baizeau* und *Davidson* [*Bruns* (8 S. 525)], die Thatsache ausser allen Zweifel gestellt.

Die **Therapie** verfuhr bisher in der Weise, dass sie das Kniegelenk in Streckstellung immobilisirte (abgesehen von dem einen *Bœckel*'schen und dem *Nussbaum*'schen Fall); die Erfolge müssen aber als recht zweifelhafte betrachtet werden.

Auf die Frage, was die Therapie zu leisten hat, lautet die Antwort: Reposition der zerrissenen Theile in ihre normale Lage und Retention in derselben. Dieser Aufgabe könnte man nachkommen durch geeignete Lagerung der Extremität, in welcher die getrennten Theile völlig an einander zur Berührung gebracht werden oder durch die Naht.

Was nun das Ligamentum laterale internum longum betrifft, so wird die Therapie in der erstgenannten Art eine mangelhafte bleiben, da die Insertionsstellen des Bandes weder in der Streckung noch in der Beugung einander genähert werden; anders verhält es sich mit dem Ligamentum laterale internum breve; seine Verletzung sowie ein seiner Lage entsprechender Kapselriss werden sich in

der Beugestellung gut zur Heilung bringen lassen; denn dies Band ist ja schon bei einem geringen Grad von Beugung erschlafft.

Für das lange Band möchte ich, falls man eine exacte Therapie desselben anstrebt, die blutige Vereinigung der getrennten Theile vorschlagen, die ja heutzutage, wo wir unter dem Schutze der Antisepsis stehen, ohne Bedenken ausgeführt werden kann.

Handelt es sich um eine Ablösung des Bandes von der obern Insertion, so macht man gerade in der Mitte der Innenfläche des Condylus internus einen Längschnitt, der nach Durchtrennung der Haut, des subcutanen Bindegewebes und der Fascie direct auf die obere Insertion führt; genügt der Längsschnitt nicht, um die betreffenden Theile gehörig freizulegen, so fügt man einen Querschnitt hinzu. Indem man sich das obere Ende des langen, resp. auch des kurzen Bandes durch Ziehen und Anspannen an seine Insertionsstelle zurückbringt, vernäht man mit carbolisirter Seide dasselbe sammt dem unter ihm gelegenen Periost mit dem im Umkreise liegenden Periost und der dasselbe bedeckenden Fascie und schliesst dann die Hautwunde durch die Naht.

Ist das untere Bandende von der Tibia abgerissen, so ist eine Vernähung desselben mit dem umliegenden Periost nicht anwendbar, da letzteres zu dünn ist und sich bei Zerrung und Zug zerfasert, so dass es von den Nähten durchrissen würde. Da das untere Bandende die Dicke und Festigkeit einer Sehne besitzt, so lässt sich dasselbe vielleicht an seine Insertionsstelle annageln. Um sich dieselbe aber zugänglich zu machen, legt man den Hautschnitt parallel der medialen Tibiakante $^1/_2$ cm vor derselben an, beginnt den Schnitt 4 cm unterhalb der Gelenklinie und lässt ihn 3—4 cm lang werden; wenn nöthig, kann man an seinem untern Ende noch einen Querschnitt machen; durch den Längsschnitt gelangt man an den hintern Rand der Sehnen des Musculus gracilis und Musculus semitendinosus und kann dieselben von ihrer Unterlage abheben und hat sich

so den untern Bandansatz freigelegt. Das hier angesammelte Blut kann man wegspülen, bevor man das Band annagelt.

Ist eine Zerreissung des Bandes im Verlaufe desselben gegeben, so ist es fraglich, ob die die beiden Stümpfe vereinigenden Nähte halten; möglicherweise können letztere ausreissen, da ihr Zug der Längsfaserung des Bandes entspricht.

Man könnte sich aber auch bei der Verletzung des innern Seitenbandes der Sehnennaht bedienen in der Art, wie sie *Volkmann* zuerst bei Patellarfracturen anwandte und *Baum* (4), *Volkmann* folgend, dieselbe bei Acromioclavicularverrenkungen zur Vereinigung der zerrissenen Bänder benutzte.

Handelt es sich um eine Abreissung des obern Bandendes, so sticht man, nachdem man zuvor die dasselbe bedeckende Haut möglichst nach oben gezogen hat, durch dieselbe, sowie durch das obere Bandende und führt die Nadel, letzteres noch einmal durchstechend, durch die Haut wieder heraus und knüpft die Enden des durchgezogenen carbolisirten Seidefadens über der Haut; es muss dafür gesorgt werden, dass die Schlinge einem steten gleichmässigen Zug nach oben ausgesetzt wird, damit das obere Bandende an seiner Insertionsstelle fixirt bleibt. Dies erreicht man vielleicht dadurch, dass man die Fadenschlinge mit einem Heftpflasterstreifen verbindet, denselben nach oben anzieht, bis das obere Bandende an seine Insertionsstelle gebracht ist, und ihn um einen in der Mitte des Oberschenkels gelegten circulären Heftpflasterstreifen schlingt, nachdem man die unter letzterem gelegene Haut möglichst nach unten gezogen hat, und ihn dann festklebt.

Die Sehnennaht wird man auch anwenden können, wenn das Band im Verlaufe zerrissen ist, freilich mit dem gleichen Risiko, wie bei der directen Naht, dass nämlich die Fäden aussreissen, weil das Band im Verlauf am dünnsten ist und der Zug dem Faserverlauf gleich gerichtet ist. Man schlingt die Stümpfe percutan und nähert sie einander zur Berühr-

ung, indem man die quergeknüpften Fäden durch solche der Länge nach verlaufende einander entgegenzieht; letztere kann man, wie es *Baum* (l. c. S. 190) that, über eine Gazerolle laufen lassen.

Will man die Sehnennaht am abgerissenen untern Bandende anlegen, so begegnet man dem Nachtheil, die demselben aufliegenden Sehnen mit zu durchstechen; ist man daher genöthigt, die Theile sich vorher bloss zu legen, damit man dann mit Hilfe des Gesichtssinnes den Faden zwischen den Sehnen durchführen kann, so leistet man damit schon von vornherein Verzicht auf die Bequemlichkeit und auf die Vortheile dieser percutanen Methode, die den Uebergang eines unblutigen Verfahrens zum blutigen bildet, und kann dann ebenso gut die oben erwähnte Methode des Annagelns anwenden. Wenn man die Sehnennaht ausführt, so muss der durch das Band geschlungene Faden einem beständigen Zug nach unten ausgesetzt werden in analoger Weise, wie es schon für eine Ablösung des obern Bandendes beschrieben wurde.

Was die gleichzeitige Verletzung des kurzen Bandes betrifft, so wird man dasselbe nur, wenn es mit dem langen Band zusammen von der obern Insertion abgerissen wurde, in die gleiche Therapie mit der des langen Bandes hereinbeziehen; ist das kurze Band allein von der obern Insertion abgelöst, während das lange an einer andern Stelle verletzt wurde, oder ist das kurze Band vom Meniscus internus abgerissen, so wird behufs einer Therapie des kurzen Bandes die nachher zu erwähnende Beugelage des Kniegelenks genügen, um eine genaue Annäherung der getrennten Theile des kurzen Bandes zu bewirken.

Uebrigens ist für die bisher vorgeschlagenen Behandlungsmethoden eine genaue Diagnose über den Ort der Verletzung des langen Bandes nöthig; sollte eine solche sich nicht stellen lassen, so wird eine diagnostische Probeincision erlaubt sein, die natürlich da anzulegen ist, wo man am ehesten den Ort der Verletzung vermuthet, um,

falls man denselben richtig trifft, sofort die directe Vereinigung mit der Naht oder die Sehnennaht folgen zu lassen; je nachdem man sich vorher für die eine oder andere Art entschieden hat, wird es vortheilhafter sein, den diagnostischen Einschnitt in der Längs- oder Querrichtung anzulegen.

Ist mit dem Band ein Knochenstück vom Femur abgerissen worden, so legt man am besten die Sehnennaht an, und zwar durch das obere Bandende; an dem über der Haut geschlungenen Faden übt man zunächst einen so starken Zug nach oben aus, dass das Knochenstück in seine normale Lage reponirt wird und setzt den Faden auch weiterhin, damit das letztere in dieser Lage zurückgehalten wird, einem entsprechenden, permanenten, gleichmässigen Zug nach oben in der schon früher erwähnten Weise mittelst Heftpflasterstreifen aus.

Sollte diese Methode nicht zum Ziele führen, so wird sich wohl die blutige Freilegung der getrennten Theile empfehlen, um die Reposition vorzunehmen und das auf dem abgerissenen Knochenstück sitzende obere Bandende mit dem im Umkreise liegenden Periost und der Fascie zu vernähen; die Retention kann man dann nöthigenfalls immer noch durch die Sehnennaht unterstützen.

Nach Beendigung jedes der genannten natürlich unter strengster Antisepsis auszuführenden operativen Eingriffe wird ein antiseptischer Verband angelegt, der die obere Hälfte des Unterschenkels und die untere Hälfte des Oberschenkels umfasst; in welcher Lage des Kniegelenks soll dieser Verband angelegt werden? Damit kommen wir auf die Therapie der Kreuzbandverletzung zu sprechen.

Durch ein direkt operatives Verfahren die Verletzung des hintern ev. auch des vordern Kreuzbandes zu behandeln, ist unmöglich, weil die Freilegung der Kreuzbänder ausserordentliche Schwierigkeiten bietet; wenn dieselben sich auch von der hintern Seite her mit Hilfe des

anatomischen Messers und der Pincette zugänglich machen lassen, so ist in ihrer Umgebung der Raum doch so beschränkt, dass er dem Chirurgen kaum die nothwendigen Manipulationen mit Finger oder Instrumenten gestattet; ausserdem sind die Kreuzbänder selbst ihrem Bau nach ungünstig wegen ihrer deutlich ausgesprochenen Längsfaserung, indem Nähte im Verlaufe des Bandes ausreissen würden und die Fixation eines Bandendes an seine Insertionsstelle durch einen Nagel nicht halten würde.

Es bleibt daher nur übrig, behufs der Therapie der Kreuzbandverletzung dem Kniegelenk eine Stellung zu geben, in welcher die mediale hintere Partie des hintern Kreuzbandes, sowie das vordere Kreuzband normaler Weise möglichst erschlafft ist, also obere und untere Insertion einander möglichst genähert werden; dies findet statt, wenn Ober- und Unterschenkel in einem Winkel von 165^0—155^0 zu einander gebeugt sind; denn wird die Beugung weitergeführt, so bleibt zwar noch das vordere Kreuzband erschlafft, selbst bei rechtwinkliger Beugung, aber die betreffenden Fasern des hintern Kreuzbandes werden wieder gespannt.

Man führt daher zuerst die Operation des innern Seitenbandes aus und fixirt dann das Bein, im Kniegelenk in dem erwähnten Winkel gebeugt, auf einem entsprechenden Planum inclinatum duplex.

Durch einen guten Compressionsverband ist zugleich einer gegen den Hæmarthros gerichteten Behandlung Genüge geleistet; sollte derselbe indess nicht alsbald schwinden, oder ein sich ihm anschliessender seröser Erguss nicht rasch zur Resorption kommen, so wäre eine Punktion des Gelenkes mit nachfolgender antiseptischer Ausspülung indicirt; denn wie sehr ein lange bestehender Gelenkerguss die Bandheilung hindert, zeigt der *Ertl*'sche Fall. Häufig aber wird das Herauslassen der blutigen Flüssigkeit aus dem Gelenke sich mit der Operation am innern Seitenband

vereinigen lassen, wenn erstere durch den bei der Verletzung entstandenen Kapselriss nach der durch die Operation freigelegten Stelle abfliessen oder herausgepresst werden kann.

Hat man die Sehnennaht angewendet, so entfernt man nach etwa vier Wochen die durch das Band gezogenen Fäden, lässt aber die Extremität noch weitere 4—5 Wochen in der betreffenden Lage fixirt.

10—12 Wochen nach der Verletzung kann man mit passiven und activen Bewegungen, Beugung und Streckung im Kniegelenk beginnen, ohne dem Patienten Gehversuche zu erlauben.

Nach diesen ersten Bewegungen kann im Kniegelenk ein Hydarthros auftreten, welchen *Volkmann* (*Reyer* [31]) als auf einer Distorsionsarthromeningitis beruhend deutet, dadurch entstanden, dass die infolge der langen Immobilisation geschrumpfte, rigide Kapsel einer Zerrung, Distorsion durch die ersten Bewegungen ausgesetzt wird. In der Regel verschwindet der Erguss in der Folge von selbst, in andern Fällen kann ein chronischer Hydarthros zurückbleiben. Die Resorption des Ergusses ist durch Massage zu unterstützen; falls sie sich verzögert, ist Punktion des Gelenkes vorzunehmen.

Nach weiteren zwei Wochen kann man dem Patienten die ersten Gehversuche gestatten; dabei wird es gerathen sein, in der ersten Zeit den Patienten eine Kniekappe tragen zu lassen, und das Kniegelenk noch ganz aus den Bewegungen beim Gehen auszuschliessen; die Kniekappe soll aber so gefertigt sein, dass Patient sie selbst abnehmen und anlegen kann, damit er in der Zeit, in welcher er das Bein nicht als Stütze des Körpergewichts gebraucht, active Bewegungen im Kniegelenk ausführen kann; die Kniekappe kann man später ersetzen durch einen mit einem Charniergelenk versehenen Schienenapparat, der nur Flexion und Extension im Kniegelenk erlaubt.

Wenn man diese Nachbehandlung etwa ein Jahr mit gutem Erfolg durchgeführt hat, so mag man es wagen

den Patienten jetzt ohne einen Stützapparat gehen zu lassen; indess, da es wohl von vorn herein kaum zu entscheiden ist, wenn das innere Seitenband seine volle Heilung und gute Functionirung wieder erreicht hat, ob auch die Kreuzbänder in befriedigender Weise hergestellt sind, so läuft man Gefahr, dass, wenn letzteres nicht der Fall ist, das innere Seitenband allein den auf das Kniegelenk im täglichen Leben einwirkenden, abducirenden Kräften für die Dauer Widerstand zu leisten, vielleicht nicht im Stande ist, dass es gedehnt wird und dass dann wieder ein Genu valgum entsteht. Am sichersten handelt man daher, wenn man den Patienten noch einige Jahre oder unter Umständen zeitlebens einen im Kniegelenk Beugung und Streckung gestattenden Schienenapparat tragen lässt.

Nun könnte man einwenden, dass, wenn man den Patienten doch sein Leben lang einen Stützapparat tragen lässt aus Besorgniss einer unzureichenden Wiederherstellung der Kreuzbänder, es dann auch gleichgültig sei, wenn das innere Seitenband mit Erschlaffung heilt, dass man also auf die genaue Therapie des letzteren Verzicht leisten könne.

Dagegen lässt sich erwidern, dass es möglich sein kann, dass ein gut geheiltes, wieder normal functionirendes inneres Seitenband bei Nicht-Wiederherstellung der verletzten Kreuzbänder ihre Function als Verhinderungsmittel einer Abduction des Unterschenkels mit übernimmt, indem es durch Hypertrophie eine entsprechende, genügende Stärke erreicht; ausserdem ist durch die exacte Therapie der Seitenbandverletzung ein guter kosmetischer Erfolg erzielt; ferner ist, falls Patient sich eines Schienenapparates bedient, die Bildung eines Schlottergelenkes sicher für alle Zeiten verhindert, die Abwicklung der Kniegelenkflächen bei Bewegungen eine fast normale und kaum eine Ursache für die Entwicklung einer Arthritis deformans gegeben; dazu ist Patient im Stande, wenn er sitzt oder liegt, nach Abnahme der Schiene völlig normale Beuge- und Streckbewegungen im Kniegelenk auszuführen.

Wenn man auf eine genaue Wiederherstellung des innern Seitenbandes verzichtet, geht man aller dieser Vortheile verlustig, trotzdem man auch den Patienten einen Schienenapparat tragen lässt.

Ist trotz aller Bemühungen der Therapie nach der Abnahme des Verbandes noch eine seitliche Beweglichkeit im Kniegelenk nachzuweisen, so bleibt nichts anderes übrig, als ebenfalls die Anwendung einer Knieknappe oder eines Schienenapparates, der nur Flexion und Extension im Kniegelenk gestattet.

War das innere Seitenband sammt einem Knochenstück vom Femur abgerissen, so ist während der Heilungsdauer und in der nächstfolgenden Zeit darauf zu achten, ob nicht Symptome auftreten, die den Verdacht eines freien Gelenkkörpers begründen; alsdann wäre ein solcher durch Incision und Ausspülung des Gelenkes zu entfernen.

Zurückgebliebene Muskelatrophieen behandelt man mit Massage und Electricität.

In unserm alten Fall sind keine therapeutischen Massnahmen mehr gegen die bestehende Deformität indicirt; Patient kann seine verletzte Extremität ohne jegliche Beschwerden und ohne jede Störung gebrauchen; auch liegen in seinem Alter keine kosmetischen Gründe vor, die eine Correction seines Genu valgum verlangten.

Am Schlusse dieser Arbeit ist es mir eine angenehme Pflicht, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Hofrath Professor Dr. *Schoenborn* für das gütigst übernommene Referat meinen besten Dank auszusprechen.

Literatur.

1) *Albrecht*, Zur Anatomie des Kniegelenkes. D. J. Bern. 1876.

2) *Barbier*, Etude sur le genu valgum. Thèse. Paris. 1874; nach *Virchow-Hirsch's* Jahresbericht. 1875. II. S. 410.

3) *Bauer*, *Langenbeck's* Archiv. Bd. II. S. 644.

4) *Baum*, Ueber *Volkmann's* Sehnennaht bei Patellarfracturen und ihre Anwendbarkeit auf die Behandlung der Acromio-clavicular-Verrenkungen. Fortschritte der Medicin. 1886. No. 6. S. 185.

5) *Bidder*, Exper. Beiträge und anatom. Untersuchungen zur Lehre von der Regeneration des Knochengewebes, namentlich in Beziehung auf die Resection des Kniegelenks. *Langenbeck's* Archiv. Bd. XXII. S. 155.

6) *Braun*, Deutsche med. Wochenschrift. 1882. S. 21; nach *Virchow-Hirsch's* Jahresbericht. 1882. II. S. 315.

7) *Brunn*, Das Verhältniss der Gelenkkapseln zu den Epiphysen der Extremitätenknochen. 1881. Tafel IV, Fig. 18.

8) *Bruns*, Die Lehre von den Knochenbrüchen. Stuttgart. 1886.

9) *Busch*, Belastungsdifformitäten der Gelenke. Berlin. 1880. S. 11—22.

10) *Darde*, Des Atrophies consécutives à quelques affections articulaires. Thèse. Paris; nach *Virchow-Hirsch's* Jahresbericht. 1877. II. S. 341.

11) *Féré*, Sur l'Atrophie musculaire qui succède à certains lésions articulaires. Les progrès medic. No. 20, 21; nach *Virchow-Hirsch's* Jahresbericht. 1882. II. S. 324.

12) *Gegenbaur*, Lehrbuch der Anatomie des Menschen. 1883.

13) *Henle*, Handbuch der systematischen Anatomie des Menschen. Bänderlehre.

14) *Hüter*, a. Ein Beitrag zur Anatomie des Genu valgum. *Langenbeck's* Archiv. Bd. II. S. 622.

b. Zur Theorie u. Therapie des Genu valgum; *Langenbeck's* Archiv. Bd. IX. S. 961.

c. Klinik der Gelenkkrankheiten. 2. Aufl. 3 Bde.

15) *Hyrtl*, Lehrbuch der Anatomie des Menschen. 1885.

16) *Kölliker*, Grundriss der Entwickelungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere. 1884.

17) *König*, a. Lehrbuch der allgem. Chirurgie. 1885. II. Abth. S. 432.
b. Lehrbuch der spec. Chirurgie. 4. Aufl. Bd. III.

18) *Küstner*, *Langenbeck's* Archiv. Bd. XXV. S. 601.

19) *Langenbeck*, Ueber krankhaftes Wachsthum der Röhrenknochen und seine Verwendung für die chirurg. Praxis. Berliner klin. Wochenschrift. 1869. No. 26; nach *Schmidt's* Jahrbüchern. 1869. Bd. 144. S. 188.

20) *Lossen*, a. Allgemeines über Resectionen. *Pitha-Billroth.*
b. Verletzungen der untern Extremitäten. *Billroth-Lücke.*

21) *Lücke*, a. Centralblatt für Chirurgie. 1884. No. 10. S. 145.
b. Fractur des Condylus int. fem. u. Genu valgum consecutivum. Deutsche Zeitschrift für Chirurgie Bd. I. S. 302.
c. Traumatische Insufficienz des Ms. quadriceps femoris und verwandte Affectionen an Schulter und Hüfte. Deutsche Zeitschrift für Chirurgie. Bd. XVIII. S. 140.
d. Die Aetiologie entzündlicher Gelenkstellungen; Deutsche Zeitschrift für Chirurgie. Bd. XXI. S. 437; nach *Virchow-Hirsch's* Jahresbericht. 1885. II. S. 334.

22) *Macewen*, Die Osteotomie mit Rücksicht auf Aetiologie und Pathologie von Genu valgum etc. Deutsch von *Wittelshöffer*. Stuttgart. 1881.

23) *Meyer*, a. Mechanik des Kniegelenks. *Müller's* Archiv für Anatomie, Physiologie etc. 1853. S. 497.
b. Statik und Mechanik des menschlichen Knochengerüstes. 1873.

24) *Mikulicz*, Die seitlichen Verkrümmungen am Knie und deren Heilungsmethoden. *Langenbeck's* Archiv. Bd. XXIII. S. 561.

25) *Ollier*, a. Traité de la régénération des os. Paris. 1867. I. S. 389. Anm.
b. Ueber den Einfluss von Traumen auf die Epiphysengegend wachsender Knochen mit besonderer Berücksichtigung der consecutiven Ostitis u. osteogenen Arthritis; nach Centralblatt für Chirurgie. 1882. No. 13. S. 204.

26) *Ord*, Adress on some of the conditions included under the general therm »Rheumatoid Arthritis.« Brit. med. Journ. Jan. 31.; nach *Virchow-Hirsch's* Jahresbericht. 1880. II. S. 260 u. 261.

27) *de Paoli*, La correzione rapida manuale del guinocchio valgo rachitico; nach Centralblatt für Chirurgie. 1886. No. 2. S. 27.

28) *Petrone*, Contribuzione sull' atrofia musculare per artrite rheumatica acuta. Lo Speriment Maggio; nach *Virchow-Hirsch's* Jahresbericht. 1883. II. S. 270.

29) *Pitha*, Verletzungen und Krankheiten der Extremitäten. 1868.

30) *Ranke*, *Langenbeck's* Archiv. Bd. XX. S. 391.

31) *Reyer*, Ueber die Veränderungen der Gelenke bei dauernder Ruhe. Deutsche Zeitschrift für Chirurgie. Bd. III. S. 189.

32) *Robert*, Untersuchungen über die Anatomie und Mechanik des Kniegelenks. 1855.

33) *Seeligmüller*, Centralblatt für Chirurgie. 1879. No. 29.

34) *Valtat*, De l'Atrophie musculaire consécutive aux maladies des articulations. Paris. Gaz. des hop. No. 182; nach *Virchow-Hirsch's* Jahresbericht. 1877. II. S. 341 und *Schmidt's* Jahrbüchern Bd. 178. S. 279.

35) *Vogt*, Traumatische Epiphysentrennung und deren Einfluss auf das Längenwachsthum der Röhrenknochen. *Langenbeck's* Archiv. Bd. XXII. S. 343.

36) *Volkmann*, a. Verletzungen und Krankheiten der Bewegungsorgane. *Pitha-Billroth.*

b. Sammlung klinischer Vorträge. 1870. No. 1.

c. Beiträge zur Chirurgie. 1873. S. 179.

d. Chirurgische Erfahrungen über Tuberculose. *Langenbeck's* Archiv. Bd. XXXIII. S. 108.

37) *Wagner*, Ueber Compressionsfracturen des oberen Tibiaendes. *Langenbeck's* Archiv. Bd. XXXIV. S. 329.

38) *Gebr. Weber*, Mechanik der menschlichen Gehwerkzeuge. 1836.

39) *Leon. Weber*, Ueber den nervösen Ursprung der progressiven Arthritis deformans; nach *Schmidt's* Jahrbüchern. Bd. 202. S. 269.

40) *Weichselbaum*, Die senilen Veränderungen der Gelenke und deren Zusammenhang mit der Arthritis deformans. Sitzungsbericht der kaiserl. Akademie math.-nat. Klasse. 1877. Bd. LXXV. S. 241.

41) *Wolff*, a. Verhandlungen der deutschen Gesellschaft für Chirurgie. XIII. Congress. 16. April 1884.

b. Das Gesetz der Transformation der innern Architectur der Knochen bei pathologischen Veränderungen der äussern Knochenform. Sitzungsberichte der kgl. preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin. XXII. 1884. Bd. I. S. 475.

42) *Ziegler*, Lehrbuch der speciellen pathologischen Anatomie. 1886.